

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**  
**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА имени А. Н. БЕКЕТОВА**

**Т. П. Демиденко**

**МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**  
**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

*(для студентов 4-го курса дневной и заочной форм обучения  
направления подготовки 6.060101 – Строительство  
и 6.060103 – Гидротехника (водные ресурсы))*

**Харьков**  
**ХНУГХ им. А. Н. Бекетова**  
**2015**

**Демиденко Т. П.** Конспект лекций по дисциплине «Метрология и стандартизация» (для студентов 4-го курса дневной и заочной форм обучения направления 6.060101 – Строительство и 6.060103 – Гидротехника (водные ресурсы)) / Т. П. Демиденко; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 62 с.

Автор: Т. П. Демиденко

Рецензент: зав.кафедры, к.т.н., проф. В. И. Лусь

Утверждено на заседании кафедры инженерной и компьютерной графики, протокол №5 от 26 декабря 2013 года.

© Т. П. Демиденко, 2015  
© ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015

# Стандартизация

## Лекция № 1

### Основные термины стандартизации. Правовые основы, задачи и принципы стандартизации.

#### План лекции

1. Основные термины стандартизации.
2. Правовые основы стандартизации.
3. Задачи стандартизации.
4. Принципы стандартизации.

#### 1 Основные термины стандартизации

В условиях развития международной торговли и кооперации успех многих предприятий и отраслей экономики на внешнем и внутреннем рынках во многом определяется тем, насколько их продукция или услуги отвечают современным представлениям о нормах соответствия качества. Ни одно общество не может нормально функционировать без технического законодательства и нормативных документов, которые регламентируют правила, процессы, методы изготовления и контроля продукции, а также гарантируют безопасность жизни, здоровья и благосостояния людей и окружающей среды. С развитием научно-технического прогресса проблема качества продукции не только не упрощается, но становится более сложной и многоплановой. Значительную роль в повышении качества продукции играют стандарты, разрабатываемые в рамках как государственных, так и международных систем стандартизации.

**Стандартизация** – деятельность, которая состоит в установлении положений для общего и многоразового применения с целью достижения оптимальной степени приведения в порядок в определенной сфере, результатом которой есть повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению, устранению барьеров в торговле и содействию научно-техническому сотрудничеству.

**Международная стандартизация** – стандартизация, которая проводится на международном уровне и участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран.

**Региональная стандартизация** – стандартизация, которая проводится на соответствующем региональном уровне и участие в которой открыто для соответствующих органов стран определенного географического или экономического пространства.

**Национальная стандартизация** – стандартизация, которая проводится на уровне одной страны.

**Орган стандартизации** – орган, который занимается стандартизацией, признанный на национальном, региональном или международном уровне, основными функциями которого есть разработка, одобрение или утверждение стандартов.

**Нормативный документ** – документ, который устанавливает правила, общие принципы или характеристики разных видов деятельности или их результатов. Этот термин охватывает такие понятия как "стандарт", "кодекс упроченной практики" и "технические условия".

**Консенсус** – общее согласие, которое характеризуется отсутствием серьезных возражений по существенным вопросам у большинства заинтересованных сторон и достигается в результате процедуры, направленной на учет мысли всех сторон и сближение расходящихся точек зрения.

**Стандарт** – документ, который устанавливает для общего и многократного применения правила, общие принципы или характеристики, которые касаются деятельности или ее результатов, с целью достижения оптимальной степени благоустроенности в определенной области, разработанный в установленном порядке на основе консенсуса.

**Международный и региональный стандарты** – стандарты, принятые соответственно международным и региональным органом стандартизации.

**Национальные стандарты** – государственные стандарты Украины, принятые центральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и доступные для широкого круга пользователей.

**Кодекс упроченной практики (свод правил)** – документ, который содержит практические правила или процедуры проектирования, изготовления, монтажа, технического обслуживания, эксплуатации, оснащения конструкций или изделий. Кодекс упроченной практики может быть стандартом, частью стандарта или отдельным документом.

**Технические условия** – документ, который устанавливает технические требования, которым должна отвечать продукция, процессы или услуги. Технические условия могут быть стандартом, частью стандарта или отдельным документом.

**Технический регламент** – нормативно-правовой акт, принятый органом государственной власти, который устанавливает технические требования к продукции, процессам или услугам непосредственно или через ссылку на стандарты или воссоздает их содержание.

**Свод правил** разрабатывается для процессов проектирования, монтажа оборудования и конструкций, технического обслуживания и эксплуатации объектов, конструкций и изделий. Свод правил может быть как самостоятельным документом, так и частью стандарта.

**Регламент** – документ, в котором содержатся обязательные правовые нормы. Принимает регламент орган власти, а не орган стандартизации, что делает его обязательным для исполнения. Технический регламент содержит технические требования к объекту стандартизации.

Различают следующие виды стандартов (международная практика) – основополагающий стандарт, терминологический стандарт, стандарт на методы

испытаний, стандарт на продукцию, стандарт на процесс, стандарт на услугу, стандарт на совместимость, методическое положение, описательное положение и пр.

**Основополагающий стандарт** – нормативный документ, который содержит общие или руководящие положения для определенной области. Этот вид нормативных документов устанавливает такие организационные принципы и положения, требования, правила и нормы, которые рассматриваются как общие для этих сфер и должны способствовать выполнению целей, общих как для науки, так и для производства. В целом они обеспечивают их взаимодействие при разработке, создании и эксплуатации продукции (услуги) таким образом, чтобы выполнялись требования по охране окружающей среды, безопасности продукции или процесса для жизни, здоровья и имущества человека и другим общетехническим нормам, предусмотренным государственными стандартами на продукцию. Примером основополагающих стандартов могут быть нормативные документы (стандарты) по организации государственной системы стандартизации в Украине.

**Терминологический стандарт** содержит определение (толкование) термина, примеры его применения и т.п. Например: «изделие – единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках (экземплярах)».

**Стандарт на продукцию (услуги)** содержит требования к продукции, которые обеспечивают соответствие продукции (услуги) ее назначению. Стандарты на продукцию (услугу) устанавливают требования к конкретному виду продукции, либо к группам однородной продукции (услуг). Допускается также разработка стандартов на отдельные требования к группам однородной продукции (услуги). Например, на классификацию металлопродукции, методы ее испытаний, правила хранения и т.п.

**Стандарт общих технических условий** обычно включает следующие разделы: классификацию, основные параметры (размеры), общие требования к параметрам качества, упаковке, маркировке, требования безопасности; требования охраны окружающей среды; правила приемки продукции; методы контроля, транспортирования и хранения; правила эксплуатации, ремонта и утилизации.

**Стандарт технических условий** устанавливает всесторонние требования к конкретной продукции (в том числе различных марок или моделей этой продукции), касающиеся производства, потребления, поставки, эксплуатации, ремонта и утилизации.

Стандарт технических условий содержит конкретизированные дополнительные требования, относящиеся к объекту стандартизации (указания о товарном знаке, если он зарегистрирован в установленном порядке; знаки соответствия, если изделия сертифицированы; особые требования, касающиеся безопасности и охраны окружающей среды). Стандарты технических условий на услугу могут содержать требования к ассортименту предоставляемых услуг (точность и своевременность исполнения, эстетичность, комфортность, комплектность обслуживания и пр.).

**Стандарты на методы контроля** (испытаний, измерений, анализа) рекомендуют применять методики контроля, в наибольшей степени обеспечивающие объективность оценки обязательных требований к качеству продукции, которые содержатся в стандарте на нее. Стандарты на методы испытаний устанавливают методики, правила процедуры различных испытаний и сопряженных с ними действий (например, например, отбор пробы или образца).

Необходимо пользоваться именно стандартизованными методами контроля, испытаний, измерений и анализа, так как они базируются на международном опыте и передовых достижениях. Стандарт обычно рекомендует несколько методик контроля применительно к одному показателю качества продукта. Это нужно для того, чтобы одна из методик, в случае необходимости, была выбрана в качестве арбитражной.

**Стандарт на совместимость** устанавливает требования, касающиеся совместимости продукции в целом, а также ее отдельных частей (деталей, узлов, исполнительных органов, комплектующих и т.п.).

## **2 Правовые основы стандартизации**

В условиях развития международной торговли и кооперации успех многих предприятий и отраслей экономики на внешнем и внутреннем рынках во многом определяется тем, насколько их продукция или услуги отвечают современным представлениям о нормах соответствия качества. Ни одно общество не может нормально функционировать без технического законодательства и нормативных документов, которые регламентируют правила, процессы, методы изготовления и контроля продукции, а также гарантируют безопасность жизни, здоровья и благосостояния людей и окружающей среды. С развитием научно-технического прогресса проблема качества продукции не только не упрощается, но становится более сложной и многоплановой. Значительную роль в повышении качества продукции играют стандарты, разрабатываемые в рамках как государственных, так и международных систем стандартизации.

Правовой основой стандартизации в Украине является «Закон Украины о стандартизации». Этот Закон устанавливает правовые и организационные основы стандартизации в Украине и направлен на обеспечение единой технической политики в этой сфере.

Вся работа по стандартизации в Украине регламентируется Декретом Кабинета Министров «Про стандартизацію і сертифікацію» и комплексом стандартов государственной системы стандартизации, первые стандарты которого введены в действие 01.10.93 приказом Госстандарта Украины №116 от 29.07.1993 г. Государственные стандарты на территории Украины используют все предприятия независимо от форм собственности и подчиненности, министерства (ведомства), органы государственной исполнительной власти, на деятельность которых распространяется их действие.

Государственная система стандартизации в Украине определяет :

- цель и принципы управления;
- формы и общие организационно - технические правила выполнения всех работ по стандартизации;
- объекты стандартизации;
- категории нормативных документов по стандартизации;
- виды стандартов;
- использование стандартов и технических условий.

### **3 Задачи стандартизации**

Задачи стандартизации заключаются в создании системы нормативной документации, которая охватывает все виды промышленного производства и сферу услуг. При этом процесс стандартизации должен обеспечивать развитие системы за счет принятия прогрессивных требований к продукции или технологическим процессам. В процессе стандартизации разрабатываются следующие основные направления: стандартизация терминологии, стандартизация измерительной и испытательной техники, стандартизация продукции, стандартизация конструкторской документации, стандартизация технологической документации.

### **4 Принципы стандартизации**

Целью стандартизации в Украине есть обеспечение безопасности для жизни и здоровье человека, животных, растений, а также имущества и охраны окружающей среды, создание условий для рационального использования всех видов национальных ресурсов и соответствия объектов стандартизации своему назначению, содействие устранению технических барьеров в торговле.

Государственная политика в сфере стандартизации базируется на таких принципах:

- обеспечение участия физических и юридических лиц в разработке стандартов и свободного выбора ими видов стандартов при производстве или снабжении продукции, если другое не предусмотрено законодательством;
- открытости и прозрачности процедур разработки и принятия стандартов с учетом интересов всех заинтересованных сторон, повышение конкурентоспособности продукции отечественных производителей;
- доступности стандартов и информации относительно их для пользователей;
- соответствия стандартов законодательству;
- адаптации к современным достижениям науки и техники с учетом состояния национальной экономики;
- приоритетности прямого внедрения в Украине международных и региональных стандартов;
- соблюдения международных и европейских правил и процедур стандартизации;
- участия в международной (региональной) стандартизации.

## **Лекция №2**

### **Службы стандартизации**

#### **План лекции**

1. Объекты и субъекты стандартизации.
2. Органы государственной службы стандартизации.
3. Органы отраслевой службы стандартизации.

#### **1 Объекты и субъекты стандартизации**

Объектами стандартизации являются продукция, процессы и услуги (далее – продукция), в частности материалы, составные части, оснащение, систем, их совместимость, правила, процедуры, функции, методы или деятельность.

Субъектами стандартизации являются:

- центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации;
- совет стандартизации;
- технические комитеты стандартизации;
- другие субъекты, которые занимаются стандартизацией.

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации организует, координирует и проводит деятельность относительно разработки, одобрения, принятия, просмотра, изменения, распространения национальных стандартов соответственно этому Закону и как национальный орган стандартизации представляет Украину в международных и региональных организациях по стандартизации.

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации выполняет такие основные функции:

- обеспечивает реализацию государственной политики в сфере стандартизации;
- принимает меры относительно гармонизации разрабатываемых национальных стандартов с соответствующими международными (региональными) стандартами;
- принимает участие в разработке и согласовании технических регламентов и других нормативно-правовых актов по вопросам стандартизации;
- устанавливает правила разработки, одобрения, принятия, пересмотра, изменения и потери действия национальных стандартов, их обозначение, классификации по видам и другими признаками, кодирование и регистрации;
- принимает меры относительно выполнения обязательств, обусловленных участием в международных (региональных) организациях стандартизации;
- сотрудничает в сфере стандартизации с соответствующими органами других государств;



- формирует программу работ из стандартизации и координирует ее реализацию;
- принимает решение относительно создания и прекращения деятельности технических комитетов стандартизации, определяет их полномочие и порядок создания;
- организывает создание и ведение национального фонда нормативных документов и национального центра международной информационной сети ISONET WTO;
- организывает предоставление информационных услуг по вопросам стандартизации.

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации может выполнять другие функции и полномочие в соответствии с законами Украины.

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации вносит представление в Кабинет Министров Украины относительно делегирования полномочий относительно организации разработки, одобрения, принятия, просмотра и изменения национальных стандартов в области строительства и промышленности строительных материалов центральному органу исполнительной власти в этой сфере деятельности.

Совет стандартизации (далее-Совет) есть коллегиально консультативно-совещательным органом при Кабинете Министров Украины.

Персональный состав Совета и положения о нем утверждает кабинет Министров Украины.

Основной целью деятельности Совета есть отладка взаимодействия между производителями, потребителями продукции и органами государственной власти, согласование интересов в сфере стандартизации, содействие развитию стандартизации.

Совет формируется на паритетных началах из представителей органов исполнительной власти, центрального органа исполнительной власти в сфере стандартизации, субъектов хозяйствования, Национальной академии наук Украины, отраслевых академий наук и соответствующих общественных организаций. Деятельность Совета базируется на основе открытости и гласности.

Основной функцией Совета есть изучение, анализ и разработка предложений относительно усовершенствования деятельности в сфере стандартизации:

- создание технических комитетов стандартизации и определение направлений их деятельности;
- принятие международного, регионального или другого стандарта как национального стандарта;
- проведение экспертиз проектов технических регламентов и других нормативных документов по вопросам технического регулирования;
- разработка программ работ по стандартизации.

Совет имеет право:

- получать от органов исполнительной власти информацию и материалы по вопросам, которые принадлежат к ее компетенции;
- привлекать в случае потребности в установленном порядке к работе в Совете специалистов органов исполнительной власти, научно-исследовательских учреждений и организаций;
- вносить предложения в соответствующие органы исполнительной власти и органов местного самоуправления по вопросам, которые находятся в его ведении.

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации создает технические комитеты, на которые возлагаются функции по разработке, рассмотрению и согласованию международных (региональных) и национальных стандартов.

Технические комитеты стандартизации формируются с учетом принципа представительства всех заинтересованных сторон. К работе в технических комитетах стандартизации привлекаются на добровольных основах уполномоченные представители органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, субъектов хозяйствования и их объединений, научно-технических и инженерных обществ (союзов), обществ (союзов) потребителей, соответствующих общественных организаций, ведущие научные работники и специалисты.

Организационное обеспечение деятельности технических комитетов осуществляют их секретариаты.

Положение о технических комитетах утверждает центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации.

Технические комитеты стандартизации не могут иметь целью получение прибыли от своей деятельности.

Центральные органы исполнительной власти, Верховная Рада Автономной Республики Крым и Совет министров Автономной Республики Крым, местные органы исполнительной власти и органы местного самоуправления, субъекты хозяйствования и их объединение, соответствующие общественные организации имеют право в соответствующих сферах деятельности и в границах полномочий, установленных законом, с учетом своих хозяйственных и профессиональных интересов организовывать и выполнять работы по стандартизации, в частности:

- разрабатывать, одобрять, принимать, пересматривать, изменять стандарты соответствующего уровня и прекращать их действие, устанавливать правила их разработки, обозначение и применение;
- подавать в центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации предложения относительно создания технических комитетов стандартизации и разработки национальных стандартов или принятия как национальных стандартов международных (региональных) или собственных стандартов;

- представлять Украину в соответствующих международных и региональных специализированных организациях по стандартизации, выполнять обязательства, которые предусмотрены соответствующими положениями этих организаций;

- создавать и вести информационные фонды нормативно-правовых актов и нормативных документов для обеспечения своей деятельности и информационного обмена;

- выдавать и распространять собственные стандарты, документы специализированных международных, региональных организаций по стандартизации, членами которых они являются или с которыми сотрудничают на основе положений этих организаций или соответствующих договоров, а также делегировать эти полномочия другим юридическим лицам;

- информировать центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации о работах по стандартизации по своим направлениям.

Заинтересованные лица имеют право принимать участие в сфере стандартизации, рассматривать проекты разрабатываемых национальных стандартов и предоставлять разработчикам соответствующие предложения и замечания к ним.

Министерство обороны Украины, учитывая особенности сферы обороны, определяет порядок применения стандартов для обеспечения потребностей обороны Украины соответственно возложенных на него функций.

## **2 Органы государственной службы стандартизации**

К органам государственной службы стандартизации относятся:

- Государственный комитет Украины по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт Украины);

- Украинский научно-исследовательский институт стандартизации, сертификации и унификации продукции ( УкрНИИССИ );

- Государственный научно – исследовательский институт «Система» (ГНИИ «Система»);

- Украинский научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации (УКРЦСМ);

- технические комитеты по стандартизации ( ТК );

- территориальные центры стандартизации , метрологии и сертификации.

Госстандарт Украины был создан Постановлением Кабинета Министров Украины № 293 от 23.09.1991г. на базе Украинского республиканского управления Госстандарта СССР. Он является национальным органом по стандартизации, создает государственную систему стандартизации в стране и руководит всеми работами по стандартизации, метрологии и сертификации.

### **Функции органов государственной службы стандартизации**

УкрНИИССИ разрабатывает:

- научно-технические и экономические основы стандартизации;

- планы комплексной стандартизации сырья, материалов, полуфабрикатов и сопутствующих изделий;
- стандарты на единые методы испытания продукции;
- выполняет проверку стандартов перед их утверждением;
- проводит сравнительный анализ уровня стандартизации в Украине и зарубежных странах, предоставляет информацию по стандартизации всем заинтересованным организациям.

ГНИИ « Система » выполняет разработку:

- основополагающих стандартов, которые устанавливают организационно-методические и общетехнические требования для определенной области стандартизации;
- общетехнические требования, правила и нормы, которые обеспечивают упорядоченность, совместимость, взаимосвязь и согласованность разных видов технической и производственной деятельности во время разработки, изготовления, транспортировки и утилизации продукции.

Функции УКРЦСМ:

- управление всей централизованной информацией для организаций и предприятий о действующих стандартах и других документах по стандартизации;
- обеспечение их документацией по стандартам;
- осуществление регистрации стандартов и другой нормативной документации по стандартизации государственного и отраслевого значения;
- подготовка кадров, повышение их квалификации;
- издание новых документов по стандартизации.

Технические комитеты по стандартизации, созданные по решению Госстандарта Украины, выполняют:

- организацию и обеспечение разработки, рассмотрение, экспертизы, согласование и подготовку к утверждению государственных стандартов Украины, других нормативных документов по стандартизации;
- проведение работ по региональной и международной стандартизации.

К работе в технических комитетах привлекаются на добровольных началах уполномоченные представители заинтересованных предприятий, учреждений и организаций заказчиков (потребителей), разработчиков, производителей продукции, органов и организаций по стандартизации, метрологии, сертификации, обществ (союзов) потребителей, научно – технических и инженерных обществ, других общественных организаций.

Территориальные центры осуществляют:

- контроль за внедрением стандартов;
- контроль за выполнением стандартов;
- контроль за выполнением технических условий.

### **3 Органы отраслевой службы стандартизации**

К ним относятся:

- служба стандартизации министерства или ведомства – служба ВСМ;

- главные организации по стандартизации – служба ГОС, БОС;
- служба стандартизации предприятия (организации) – служба ВС.

### **Функции органов отраслевой службы стандартизации**

Служба стандартизации министерства или ведомства осуществляет руководство и организацию деятельности по вопросам стандартизации в отраслях народного хозяйства. Для этого при министерстве или ведомстве организуется отдел стандартизации, в функции которых входит организация и планирование работ по созданию проектов государственных и отраслевых стандартов на проектирование и изготовление продукции, а также организация важнейших научных исследований по стандартизации для обеспечения выпуска продукции высокого качества.

Главные организации по стандартизации осуществляют проведение научно – исследовательских работ и разработку нормативных документов по стандартизации, как правило, отраслевого уровня.

Служба стандартизации на предприятии (организации) осуществляет организацию и проведение работ по стандартизации . Это может быть отдел (на большом предприятии или объединении), группа или даже ответственный за стандартизацию .

Главным заданием службы стандартизации на предприятии и в организации является научно-техническое и организационно-методическое руководство работами по стандартизации, а также непосредственное участие в проведении этих работ.

Руководитель службы стандартизации несет ответственность наравне с руководителем предприятия за сдерживание стандартов и технических условий в технической документации, которая разрабатывается предприятием, за качество и экономическое обоснование разработанных предприятием стандартов и технических условий, за соответствие их показателей современному уровню техники, за своевременный пересмотр стандартов и технических условий с целью приведения их в соответствие с растущими требованиями народного хозяйства.

В обязанности этой службы входит :

- организация и планирование работ по стандартизации и контроль за их выполнением;
- разработка проектов стандартов предприятия и технических условий;
- систематический контроль за внедрением и выполнением стандартов и технических условий при проектировании и производстве продукции;
- определение фактического уровня унификации и стандартизации изделий и расчет экономической эффективности работ по стандартизации;
- обеспечение всех служб предприятия необходимой нормативной документацией по стандартизации;
- организация учета, хранения и внесения изменений во все экземпляры стандартов и технических условий;

- организация и осуществление нормоконтроля технической документации, которая разрабатывается предприятием;
- помощь всем службам предприятия по всем вопросам стандартизации и унификации.

## **Лекция №3**

### **Государственные нормативные документы по стандартизации**

#### **План лекции**

1. Категории нормативных документов по стандартизации.
2. Порядок применения стандартов.
3. Требования к государственным стандартам.

#### **1 Категории нормативных документов по стандартизации**

Нормативные документы по стандартизации распределяют по таким категориям:

- государственные стандарты Украины – ГСТУ;
- отраслевые стандарты Украины – ОСТУ;
- стандарты научно-технических и инженерных обществ и союзов Украины – СТОУ;
- технические условия Украины – ТУУ;
- стандарты предприятий – СТП.

Государственные стандарты Украины разрабатываются на организационно-методические и общетехнические объекты, а именно:

- организация проведения работ по стандартизации;
- научно-техническая терминология, классификация и кодировка технико-экономической и социальной информации;
- техническая документация, информационные технологии;
- организация работ по метрологии;
- достоверные справочные данные о свойствах материалов и веществ;
- изделия общемашиностроительного применения;
- составные элементы народнохозяйственных объектов государственного значения (банковско-финансовая система, транспорт, связь, энергосистема, охрана окружающей естественной среды, оборона страны и тому подобное);
- продукцию межотраслевого назначения;
- продукцию для населения и народного хозяйства;
- методы испытаний.

В зависимости от уровня субъекта стандартизации, который принимает или одобряет стандарты, различают:

- национальные стандарты, кодексы упроченной практики и классификаторы, принятые или одобренные центральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, выданные ним каталоги и реестры общегосударственного применения;

- стандарты, кодексы упроченной практики и технические условия, принятые или одобренные другими субъектами, которые занимаются стандартизацией.

Стандарты должны отвечать потребностям рынка, оказывать содействие развитию свободной торговли, повышению конкурентоспособности отечественной продукции и быть изложены таким образом, чтобы их невозможно было использовать с целью введения в заблуждение потребителей продукции, которой касается стандарт, предоставлять ли преимущество производителю продукции или продукции в зависимости от места ее изготовления.

Объект стандартизации может быть объектом интеллектуальной или промышленной собственности, если разработчик стандарта в установленный законодательством порядок получил разрешение у собственника прав на этот объект.

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации с учетом общественной потребности в стандартах, государственных приоритетов, предложений технических комитетов стандартизации и других субъектов стандартизации каждый год формирует программу работ по стандартизации (далее – программа), которая включает перечень национальных стандартов, принятых к разработке. Программа публикуется один раз в шесть месяцев в официальном издании центрального органа исполнительной власти в сфере стандартизации и размещается в информационных сетях.

Национальные стандарты разрабатываются техническими комитетами стандартизации, а в случае их отсутствия – другими субъектами стандартизации, которые имеют для этого соответствующий научно-технический потенциал.

Правила и порядок разработки, одобрение, принятие, просмотр, изменения и прекращение действия национальных стандартов, которые устанавливаются центральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, должны предусматривать:

- критерии учета или отклонение предложений относительно разработки национальных стандартов;
- критерии определения разработчиков национальных стандартов;
- определение приоритетов относительно применения международных (региональных) стандартов;
- механизм апелляции;
- информирование заинтересованных сторон о состоянии работ в сфере национальной стандартизации;

- ознакомление при равных условиях с проектами национальных стандартов всех заинтересованных сторон.

Во время одобрения или принятия национального стандарта центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации определяет дату предоставления стандарта действия с учетом времени на выполнение подготовительных мероприятий по его внедрению.

Перечень национальных стандартов, одобренных и принятых в продолжение месяца, публикуется в следующем месяце в официальном издании центрального органа исполнительной власти в сфере стандартизации.

Международные (региональные) стандарты вводятся как национальные стандарты при условии их принятия центральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации.

Принятие международного (регионального) стандарта – это опубликование национального стандарта, который базируется на соответствующем международном стандарте, или подтверждение того, что международный (региональный) стандарт имеет тот же статус, который и национальный стандарт, с указанием любых отклонений от международного (регионального) стандарта.

Проверку действующих национальных стандартов на соответствие законодательству, интересам государства, потребностям потребителей, уровню развития науки и техники, требованиям международных (региональных) стандартов осуществляют соответствующие технические комитеты или другие субъекты стандартизации соответственно этому Закону. Стандарты на продукцию проверяются не реже одного раза в пять лет. По результатам проверки соответствующие технические комитеты или другие субъекты стандартизации подают предложения о пересмотре, изменении, отмене стандартов центральному органу исполнительной власти в сфере стандартизации.

Пересмотр, в результате которого разрабатывается новый национальный стандарт или вносятся изменения в действующий стандарт, осуществляется в порядке, установленном для разработки стандартов.

Прекращение действия национального стандарта осуществляет центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации в случае прекращения выпуска продукции, регламентированной этим стандартом, а также в случае разработки, одобрения или принятия вместо него другого стандарта по представлению соответствующего технического комитета стандартизации или другого субъекта стандартизации соответственно этому Закону.

Информация об изменениях, тексте изменений национальных стандартов публикуется в официальном издании центрального органа исполнительной власти в сфере стандартизации не позднее, чем за 90 дней до срока ввода их в действие.



## **2 Порядок применения стандартов**

Стандарты применяются на добровольных основах, если иное не установлено законодательством.

Стандарты применяются непосредственно или путем ссылки на них в других документах.

Применение стандартов или их отдельных положений становится обязательным:

- для всех субъектов хозяйствования, если это предусмотрено в технических регламентах или других нормативно-правовых актах;
- для участников соглашения (контракта) относительно разработки, изготовления или применения продукции, если в нем есть ссылка на определенные стандарты;
- для производителя или поставщика продукции, если он составил декларацию о соответствии продукции определенным стандартам или применил обозначения этих стандартов в ее маркировании;
- для производителя или поставщика, если его продукция сертифицирована относительно соблюдения требований стандартов.

Международные (региональные) стандарты и стандарты других стран, если их требования не противоречат законодательству Украины, могут быть применены в Украине в установленном порядке путем ссылки на них в национальных и других стандартах.

Стандарты, примененные во время изготовления продукции, должны сохраняться у производителя на протяжении 10 лет после выпуска последнего изделия данного вида продукции.

## **3 Требования к государственным стандартам**

Государственные стандарты Украины содержат обязательные и рекомендуемые требования.

К обязательным требованиям принадлежат:

- требования, которые касаются безопасности продукции для жизни, здоровья и имущества граждан, ее совместимости и взаимозаменяемости, охраны окружающей естественной среды и требования к методам испытаний этих показателей;
- требования техники безопасности и гигиены труда с ссылкой на соответствующие нормы и правила;
- метрологические нормы, правила, требования и положения, которые обеспечивают достоверность и единство измерений;
- положения, которые обеспечивают техническое единство во время разработки, изготовления, эксплуатации или применения продукции.

Обязательные требования государственных стандартов подлежат безусловному выполнению на всей территории Украины.

Рекомендуемые требования государственных стандартов Украины подлежат безусловному выполнению, если:

- это предусмотрено действующими актами законодательства;
- эти требования включены к договорам на разработку, изготовление и поставку продукции;
- производителем (поставщиком) продукции документально заявлено о соответствии продукции этим стандартам.

Государственные стандарты утверждает Госстандарт Украины, а стандарты в отрасли строительства и промышленности строительных материалов – Минстройархитектуры Украины.

Государственные стандарты и изменения к ним подлежат государственной регистрации в Госстандарте Украины и публикуются украинским языком с аутентичным текстом русским языком.

К государственным стандартам Украины приравниваются государственные строительные нормы и правила, а также государственные классификаторы технико-экономической и социальной информации.

Как государственные стандарты Украины используются также государственные стандарты прежнего Союза (межгосударственные стандарты), предусмотренные соглашением о проведении странами СНГ согласованной политики в сфере стандартизации, метрологии и сертификации.

Республиканские стандарты УССР применяются как государственные до их замены или отмены.

Отраслевые стандарты разрабатывают на продукцию при отсутствии государственных стандартов Украины или в случае необходимости установления требований, которые превышают или дополняют требования государственных стандартов.

Стандарты научно-технических и инженерных обществ и союзов разрабатывают в случае необходимости распространения результатов фундаментальных и прикладных исследований, полученных в отдельных отраслях знаний или сферах профессиональных интересов.

Отраслевые стандарты, как и стандарты научно-технических и инженерных обществ и союзов, не должны противоречить обязательным требованиям государственных стандартов и подлежат государственной регистрации в Госстандарте Украины.

Технические условия – нормативный документ, который разрабатывают для установления требований, которые регулируют отношения между поставщиком (разработчиком, производителем) продукции, для которой отсутствуют государственные или отраслевые стандарты (или в случае необходимости конкретизации требований отмеченных документов).

Стандарты предприятия разрабатывают на продукцию (процессы, услуги), которые производят и применяют (осуществляют, предоставляют) лишь на конкретном предприятии.

## **Лекция №4**

### **Международные стандарты. Основные нормативные документы в строительстве и водном хозяйстве**

#### **План лекции**

1. Международные стандарты.
2. Нормативные документы по строительству.
3. Нормативные документы в области водоснабжения и водоотведения.

#### **1 Международные стандарты**

Центральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации соответственно закону представляет интересы Украины в международных организациях по стандартизации, принимает меры относительно адаптации законодательства Украины в сфере стандартизации к законодательству Европейского Союза, осуществляет сотрудничество в этой сфере с соответствующими органами других стран, принимает решение о присоединении к международным (региональным) систем стандартизации, укладывает договоры о сотрудничестве и осуществлении работ в сфере стандартизации.

Если международным договором, согласие на обязательность которого предоставленная Верховной Радой Украины, установлены другие нормы, чем те, что предусмотрены этим Законом, то применяются нормы международного договору.

Международные стандарты призваны содействовать развитию стандартизации и смежных видов деятельности в мире с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами, а также развития сотрудничества в интеллектуальной, научно-технической и экономической областях. Они охватывают очень обширный диапазон интересов: металлургия, машиностроение, химия, неметаллические материалы, информационная техника, сельское хозяйство, строительство, медицина, упаковка и транспортировка товаров и пр.

Международная организация по стандартам имеет краткое название ISO (ИСО) от греческого слова «isos» (равный). На сегодняшний день в состав ИСО входят более 120 стран мира. Международные стандарты ИСО не имеют статуса обязательных для всех стран участниц и любая страна в мире вправе самостоятельно определять целесообразность и степень их применения. Эмблема организации ISO приведена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Эмблема ISO

Состав органов, права, направление и организация деятельности органов стандартизации регламентируются нормативными документами Р 50-063-96, ГСТУ 1.0-93.

## 2 Нормативные документы по строительству

Нормативные документы по строительству являются достаточно важным элементом не лишь только государственного регулирования процесса строительства любого строительного объекта (от небольшого частного дома до гигантских жилых комплексов и производственных объектов), но и содержат в себе внушительный объем важной информации по строительной области. Это разнообразные нормативные показатели, размеры, характеристики, параметры строительных объектов. Также нормативы могут заключать в себе промышленные заключения, расчетные данные, разные расчеты и сметы, чертежи и схемы строительных сооружений, данные по проектированию жилых и крупных объектов. Наиважнейшие строительные нормативы – это ГОСты, СНиПы, а также ДБН и ДСТУ.

**ДСТУ (Державні стандарти України)** появились в 1993 году, как альтернатива существовавшим со времен СССР ГОСтам. Они устанавливают правила, принципы или характеристики, которые относятся к процессу или результатам деятельности. Цель ДСТУ – максимально упорядочить, регламентировать и стандартизировать это. Эти стандарты разрабатываются в соответствии с действующими законами Украины. Задача принятия этих нормативов – регламентировать и привести к системному стандарту строительную активность и ее итоги. Как специальный тип нормативов ДСТУ были реализованы в 1993 году, то есть этот документ тоже более актуальный и удовлетворяет сегодняшнему уровню строительной отрасли. В принципе ДСТУ – это своего рода продолжение ГОСтов, но в силу того, что по сравнению с ГОСтами они охватывают куда меньший объем хозяйственной деятельности, ГОСты продолжают функционировать.

**СНиП (Строительные Нормы и Правила)** разработанные в подавляющем большинстве ещё в СССР, главные по приоритету после ДБН, нормативные документы строительной отрасли Украины.

Большинство этих нормативов произведено еще при СССР, однако, тем не менее, их весомость для современного строительного производства

совершенно не уменьшилась, т.к. альтернативы этим нормативам пока еще нет. Новые СНиПы медленно разрабатываются соответствующими ведомствами Министерства строительства, как бы то ни было пока что основная часть СНиПов относится к периоду Ссср. СНиПы регламентируют нормы проектирования в строительстве, назначают нормы развёртывания строительного процесса, производства и приемки строительных работ. Самостоятельный раздел СНиПов определяет и нормализует сметные нормы для проектировки строительства, а также нормы расходований финансовых и рабочих ресурсов на строительство, а именно: нормы расходных статей строительных материалов и сырьевого материала на производство того или иного строительного результата (будь то товар или услуга).

**ДБН (Державні Будівельні Норми)** – нормативно-правовой акт, затверджений центральним органом виконавчої влади з питань будівництва, та архітектури.

Нормы являются немаловажным документом для строительства Украины. По сути, это важнейший нормативный документ в области строительства, который был произведен уже во времена существования независимой Украины и репрезентирует собой свежие и пополненные стандарты и нормы, которые практически соответствуют текущему уровню строительства. ДБН – это созданный специализированным строительным институтом (чаще всего институтом) нормативно-правовой документ, который спустя время утверждается министерством строительной отрасли и после этого входит в силу. ДБН регламентирует различные стандартные правила и сметы для проектных и строительных работ, а также декларирует строительные правила и стандарты организации развития строительства.

**ГОСТ (Государственные Отраслевые Стандарты)** Это крупнейший строительный норматив, он же государственный отраслевой стандарт. Сюда входят различные межгосударственные и государственные стандарты, многие из них сохранились еще со времен Союза. Тематика ГОСТов поразительно огромна, она распространяется на нормирование таких отраслей строительства, как безопасность строительства, свойства почв для строительных разработок, предписания к строительству шоссе, нормирование всевозможных геометрических норм строительной области, систематизирование конструкторской документации. Также ГОСТы охватывают глобальные расчеты по строительству зданий и построек, а также стройконструкций, вопросы изоляции. ГОСТы выписывают четкие требования к строительному инструменту, строительным материалам, параметры строительной оснащения и хозяйства. Существенны также ГОСТы, которые нормируют проблемы электрификации, характеристики электроустановок, а также проблемы энергосбережения.

### **3 Нормативные документы в области водоснабжения и водоотведения**

- СНиП 2.04.01-85 (2000) Внутренний водопровод и канализация зданий.
- ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.

- СНиП 2.04.03-85 (с изм. 1986) Канализация. Наружные сети и сооружения.
- СНиП 2.04.02-84 (с изм. 1 1986, попр. 2000) Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- Пособие (к СНиП 2.04.02-84) по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения.
- Пособие к СНиП 2.04.02-84 по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды.
- Пособие по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения (к СНиП 2.04.02-84).
- СНиП 2.04.01-85 Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий.
- СНиП 2.04.01-85\* от 01.01.1986 г. Внутренний водопровод и канализация зданий.
- СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения.
- СНиП 2.04.02-84 Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- СНиП 2.04.03-85 от 01.01.1986 г. Канализация. Наружные сети и сооружения.
- СНиП 2.04.03-85 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.
- СНиП 3.05.01-85 от 1986-07-01 Внутренние санитарно-технические системы.
- СНиП 3.05.04-85 Строительные нормы и правила. Наружные сети и сооружения. Водоснабжения и канализации.

### **Пример СНиП**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА  
НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И  
КАНАЛИЗАЦИИ  
СНиП 3.05.04-85\*  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ СССР  
Москва 1990**

РАЗРАБОТАНЫ ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР (канд. техн. наук *В. И. Готовцев* – руководитель темы, *В. К. Андриади*), с участием Союзводоканалпроекта Госстроя СССР (*П. Г. Васильев* и *А. С. Игнатович*), Донецкого Промстройниипоекта Госстроя СССР (*С. А. Светницкий*), НИИОСП им. Гресеянова Госстроя СССР (канд. техн. наук *В. Г. Галицкий* и *Д. И. Федорович*), Гипроречтранс Минречфлота РСФСР (*М. Н. Доманевский*), НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им. К.Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР (д-р техн. наук *Н. А. Лукиных*).

ВНЕСЕНЫ ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главтехнормированием Госстроя СССР (Н. А. Шишов).

СНиП 3.05.04-85\* является переизданием СНиП 3.05.04-85 с изменением № 1, утвержденным постановлением Госстроя СССР от 25 мая 1990 г. № 51.

Изменение разработано ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР и ЦНИИЭП инженерного оборудования Госкомархитектуры.

Разделы, пункты, таблицы, в которые внесены изменения, отмечены звездочкой.

Согласовано с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР письмом от 10 ноября 1984 г. № 121212/1600-14.

*При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале «Бюллетень строительной техники» Госстроя СССР и информационном указателе «Государственные стандарты СССР» Госстандарта.*

	<b>Строительные нормы и правила</b>	<b>СНиП 3.05.04-85*</b>	
<b>Государственный строительный комитет СССР (Госстрой СССР)</b>	<b>Взамен</b>	<b>СНиП</b>	<b>III-30-74</b>
	<b>Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации</b>	<b>и в части требований по приемке работ по строительству и реконструкции наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации</b>	

\* Настоящие правила распространяются на строительство новых, расширение и реконструкцию действующих наружных сетей<sup>1</sup> и сооружений водоснабжения и канализации населенных пунктов народного хозяйства.

---

\* Переиздание с изменениями на 1 июля 1990 г.

<sup>1</sup> Наружных сетей – в последующем тексте «трубопроводов».

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1 При строительстве новых, расширении и реконструкции действующих трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации кроме требований проектов (рабочих проектов)<sup>1</sup> и настоящих правил должны соблюдаться также требования СНиП 3.01.01-85\*, СНиП 3.01.03-84, СНиП III-4-80\* и других норм

и правил, стандартов и ведомственных нормативных документов, утвержденных в соответствии со СНиП 1.01.01-83.

---

<sup>1</sup> Проектов (рабочих проектов) – в последующем тексте «проектов».

**1.2.** Законченные строительством трубопроводы и сооружения водоснабжения и канализации следует принимать в эксплуатацию в соответствии с требованиями СНиП 3.01.04-87.

<b>Внесены ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР</b>	<b>Утверждены постановлением Госстроя СССР от 31 мая 1985 г. № 73</b>	<b>Срок введения в действие 1 июля 1986 г.</b>
--	---	--



# **Метрология**

## **ЛЕКЦИЯ № 1**

### **Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая служба Украины**

#### **План лекции**

1. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные стандарты ГСИ.
2. Государственная метрологическая служба Украины.
3. Метрологический надзор и контроль.

#### **1 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные стандарты ГСИ**

**Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)** определяет достоверность и сопоставимость измерений. Эта система играет в наше время особую роль. В современной промышленности затраты труда на выполнение измерений составляет в среднем 10 % общих затрат труда на всех стадиях создания и эксплуатации продукции, а в отдельных отраслях промышленности они достигают 50–60 % (например, радиоэлектроника). Стандарты системы ГСИ обозначаются перед номером стандарта цифрой 8. Разработка и утверждение нормативных документов по метрологии осуществляется в соответствии с законодательством.

Требования нормативных документов по метрологии, утвержденные Госстандартом Украины, являются обязательными для выполнения центральными и местными органами исполнительной власти, органами местного самоуправления, предприятиями, организациями, гражданами субъектами предпринимательской деятельности и иностранными производителями. Требования нормативных документов по метрологии, утвержденные центральными органами исполнительной власти, являются обязательными для выполнения предприятиями и организациями, которые принадлежат к сфере управления этих органов.

Предприятия и организации могут разрабатывать и утверждать в сфере своей деятельности документы по метрологии, которые конкретизируют утвержденные Госстандартом Украины нормативные документы по метрологии и не противоречат им.

Основные стандарты ГСИ:

- ГОСТ 8.010-99 ГСИ. Методики выполнения измерений. Основные положения;
- ГОСТ 8.129-99 ГСИ. Поверочная схема для средств измерений времени и частоты;
- ГОСТ 8.120-99 ГСИ. Поверочная схема для средств измерений pH;

• ГОСТ 8.565-99 ГСИ. Порядок установления и корректировки межповерочных интервалов эталонов.

### **Основные международные нормативные документы по метрологии**

Для реализации на практике единства измерений в международном масштабе необходимы соответствующие нормативные документы, устанавливающие рекомендации, позволяющие обеспечить единство измерений, и введенные в национальные системы нормы и правила в области метрологии. Такие нормативные документы разработаны и разрабатываются по мере возникновения новых потребностей международными организациями, о которых сказано выше. Международные нормативные документы по содержанию и области применения охватывают четыре составляющие метрологической практики:

- терминологию в области метрологии;
- единицы величин, их наименование, обозначение и определение;
- требования к метрологическим характеристикам средств измерений;
- способы выражения погрешностей результатов измерений величин.

В области терминологии важнейшим документом является Международный словарь основных и общих терминов в метрологии, который вышел вторым изданием в 1993 г. В подготовке словаря принимали участие специалисты, назначенные семью международными организациями, в число которых входят ИСО, МЭК, МОЗМ, МБМВ. Публикует словарь ИСО, которой и принадлежит (в лице Метрологической группы) идея создания этого терминологического словаря. Цель словаря — установить приемлемые для широких кругов термины с описанием выражаемых ими понятий. Словарь содержит шесть разделов: Величины и единицы; Измерения; Результаты измерений; Средства измерений; Характеристика средств измерений; Эталоны. Кроме этого общего словаря, издается Словарь по законодательной метрологии, в котором освещается деятельность государственных метрологических служб в различных странах мира. Издает этот словарь Международная организация законодательной метрологии.

В области единиц величин главным документом является Международная система единиц СИ, принятая в 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам. В последующий период эта система уточнялась и развивалась.

Международная система единиц СИ — это основа унификации применяемых единиц измерения для обеспечения единства измерений. С развитием научно-технического прогресса повышаются требования к степени точности измерений национальных эталонов. А это в конечном счете достигается пересмотром трактовки основных и производных единиц СИ, реализацией их на более высоком уровне точности. Придавая особую значимость систематизации всех материалов по совершенствованию Международной системы единиц, Международное бюро мер и весов опубликовало сборник «Международная система единиц СИ», который расценивается как важнейший основополагающий международный

нормативный документ по метрологии. С 1970 г. вышло шесть изданий этого документа на французском языке, а также осуществлен перевод, правда, не официальный, на английский язык. Величинами и единицами в области метрологии занимаются и крупнейшие международные организации – ИСО и МЭК. ИСО/ТК12 «Величины, единицы, обозначения, переводные множители» занимается унификацией наименований и обозначений физических единиц, результатом чего являются международные стандарты. Так, международные стандарты ИСО 1000 «Единицы СИ и рекомендации по использованию их дольных и кратных и других единиц» и ИСО31 «Величины и единицы» являются основополагающими международными нормативными документами по унификации величин и единиц, широко применяемых в научных и технических областях.

Технический комитет МЭК/ТК12 «Величины, единицы и их обозначения» разработал Публикацию 27 «Буквенные обозначения, применяемые в электронике» применительно к дальней связи и электронике, логарифмическим единицам и величинам, вращающимся машинам. Это основополагающий международный нормативный документ для унификации обозначений единиц и величин в электротехнике и электронике.

Указанные международные документы были использованы при создании проекта российского государственного стандарта «ГСИ. Физические величины и их единицы», который предполагается применять в качестве межгосударственного в рамках СНГ.

К международным документам, содержащим требования к метрологическим характеристикам средств измерений, относятся:

- спецификации на эталоны, разрабатываемые МБМВ;
- Положение о Международной температурной шкале 1990 г. (МТШ-90);
- Международные рекомендации МОЗМ, международные стандарты ИСО и МЭК на технические требования к средствам измерений и методам их поверки.

В области способов выражения погрешностей измерений разработаны рекомендации МБЗМ и МКМВ, на основе которых с участием представителей МЭК, ИСО, МОЗМ опубликован документ «Руководство для выражения неопределенности в измерениях», предназначенный для использования в практике метрологических служб.

Известно, что обработка результатов измерений во всех странах проводится с использованием аппарата теории вероятностей и математической статистики, при этом погрешности подразделяются на случайные и систематические. Однако оценки погрешностей, значения и формирование доверительных интервалов вероятностей, применяемых на практике в метрологических лабораториях разных стран, различаются между собой. Особые затруднения возникли у МБМВ при проведении сличений эталонов, так как оказалось трудно сравнить их результаты между собой и с требованиями международных спецификаций и стандартов. Это и стимулировало указанное выше направление деятельности международных организаций.

Некоторые отечественные специалисты в области метрологии считают

нецелесообразным применение данного Руководства в России, мотивируя это ошибочным утверждением, что «неопределенность занимает независимое положение от погрешности измерений», хотя толкование этого термина базируется на термине «стандартное отклонение».

Тем не менее, следует учитывать широкое применение понятия «неопределенность измерений» в зарубежной метрологической практике и принятие толкования его Руководством, вероятно, необходимо для взаимопонимания в международном сотрудничестве по метрологии: «неопределенность измерений — это параметр, характеризующий рассеяние результатов измерений в серии вследствие влияния случайных и неисключенных систематических погрешностей в виде оценок средней квадратической погрешности измерений или доверительных границ погрешности.

Перечень Международных рекомендаций (МР) и Международных документов (МД) МОЗМ, которые опубликованы Международным бюро законодательной метрологии, приведен в приложениях 16 и 17.

## **2 Государственная метрологическая служба Украины**

Государственная метрологическая система обеспечивает единство измерений в государстве и направлена на:

- реализацию единой технической политики в отрасли метрологии;
- защита граждан и национальной экономики от последствий недостоверных результатов измерений;
- экономию всех видов материальных ресурсов;
- повышение уровня фундаментальных исследований и научных разработок;
- обеспечение качества и конкурентоспособности отечественной продукции;
- создание научно-технических, нормативных и организационных основ обеспечения единства измерений в государстве.

Деятельность относительно обеспечения функционирования и развития Государственной метрологической системы координирует Государственный комитет Украины по стандартизации, метрологии и сертификации (далее – Госстандарт Украины) – центральный орган исполнительной власти.

Государственная метрологическая служба организует, осуществляет и координирует деятельность, направленную на обеспечение единства измерений в государстве, а также осуществляет государственный метрологический контроль и надзор за соблюдением требований Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности», других нормативно-правовых актов и нормативных документов по метрологии.

Метрологическая служба Украины состоит из Государственной метрологической службы и метрологических служб центральных органов исполнительной власти, предприятий и организаций.

Государственная метрологическая служба организует, осуществляет и координирует деятельность, направленную на обеспечение единства измерений

в государстве, а также осуществляет государственный метрологический контроль и надзор за соблюдением требований этого Закона, других нормативно-правовых актов Украины и нормативных документов по метрологии.

К Государственной метрологической службе принадлежат:

- соответствующие подразделения центрального аппарата Госстандарта Украины;
- государственные научные метрологические центры, которые принадлежат к сфере управления Госстандарта Украины (далее – метрологические центры Госстандарта Украины);
- территориальные органы Госстандарта Украины в Автономной Республике Крым, областях, городах Киеве и Севастополе и городах областного подчинения (далее – территориальные органы Госстандарта Украины);
- Государственная служба единого времени и эталонных частот;
- Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
- Государственная служба стандартных справочных данных о физических свойствах стали и свойствах веществ и материалов.

Госстандарт Украины осуществляет государственное управление обеспечением единства измерений в Украине.

К компетенции Госстандарта Украины принадлежит проведение единой в стране технической политики относительно обеспечения единства измерений, в том числе:

- организация проведения фундаментальных исследований в отрасли метрологии; организация создания и функционирования эталонной базы Украины;
- определение порядка создания, утверждения, регистрации, хранения и применения эталонов, а также сличение их с международными эталонами и эталонами других стран;
- координация деятельности метрологической службы Украины;
- определение общих метрологических требований к средствам измерительной техники, методов и результатов измерений;
- утверждение типов средств измерительной техники;
- определение общих требований относительно порядка проведения калибрования и метрологической аттестации средств измерительной техники;
- определение общих требований к разработке и аттестации методик выполнения измерений;
- определение порядка проведения всех видов государственного метрологического контроля и надзора;
- организация и проведение государственного метрологического контроля и надзора;
- утверждение типовых положений о метрологических службах центральных органов исполнительной власти, предприятий и организаций;

- разработка или участие в разработке национальных, государственных и многоотраслевых программ, которые касаются обеспечения единства измерений;

- участие в деятельности международных метрологических организаций в порядке, предусмотренном законодательством.

Решение Госстандарта Украины по вопросам метрологии, принятые в пределах его компетенции, является обязательными для выполнения центральными и местными органами исполнительной власти, органами местного самоуправления, предприятиями, организациями, гражданами субъектами предпринимательской деятельности и иностранными производителями.

Метрологические центры Госстандарта Украины выполняют работы, связанные с созданием, совершенствованием, хранением и применением государственных эталонов, созданием систем передачи размеров единиц измерений, разработкой нормативных документов по метрологии, а также осуществляют государственный метрологический контроль.

Территориальные органы Госстандарта Украины выполняют на соответствующей территории задания и функции Госстандарта Украины в границах, определенных положением об этих органах и приказами Госстандарта Украины.

Метрологические центры и территориальные органы Госстандарта Украины по договорам с предприятиями, организациями и гражданами – субъектами предпринимательской деятельности могут проводить калибрование и ремонт средств измерительной техники, метрологическую экспертизу документации, аккредитацию измерительных лабораторий, аттестацию методик выполнения измерений и предоставлять другие метрологические услуги в соответствии с Законом.

Государственная служба единого времени и эталонных частот, осуществляет межрегиональную и межотраслевую координацию и выполнение работ, направленных на обеспечение единства измерений времени и частоты, и определения параметров вращения Земли.

Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов осуществляет межрегиональную и межотраслевую координацию и обеспечивает выполнение работ, связанных с разработкой и внедрением стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.

Государственная служба стандартных справочных данных о физических свойствах стали и свойствах веществ и материалов осуществляет межрегиональную и межотраслевую координацию и обеспечивает выполнение работ, связанных с разработкой и внедрением стандартных справочных данных о физических свойствах и свойства веществ и материалов.

Положения о Государственной службе единого времени и эталонных частот, Государственную службу стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, Государственную службу стандартных справочных данных о физических свойствах стали и свойства веществ и материалов утверждаются Кабинетом Министров Украины.

Метрологические службы могут создаваться:

- в центральных органах исполнительной власти – для координации работ, связанных с обеспечением единства измерений и осуществлением метрологического контроля и надзора;

- в органах управления объединений предприятий – для выполнения делегированных предприятиями, которые входят в состав объединений, функций относительно обеспечения единства измерений;

- на предприятиях и в организациях – для обеспечения единства измерений и осуществления метрологического контроля и надзора.

Метрологические службы центральных органов исполнительной власти, предприятий и организаций организуют и выполняют работы, связанные с обеспечением единства измерений в сфере своей деятельности, основными из которых являются:

- организация и осуществление метрологического контроля и надзора;

- разработки методик выполнения измерений, методик метрологической аттестации, поверки и калибрования средств измерительной техники;

- организация и проведение государственных испытаний, поверки и ремонта средств измерительной техники.

Положения о метрологических службах центральных органов исполнительной власти, предприятий и организаций разрабатываются согласно с типовыми положениями об этих службах, которые утверждаются Госстандартом Украины.

Положения о метрологических службах центральных органов исполнительной власти, главные организации этих служб и метрологические службы предприятий и организаций согласовываются соответственно с Госстандартом Украины, его метрологическими центрами и территориальными органами.

### **3 Метрологический надзор и контроль**

#### **Цель государственного метрологического контроля и надзора**

Государственный метрологический контроль и надзор осуществляются Государственной метрологической службой с целью проверки соблюдения требований этого Закона и других нормативно-правовых актов Украины и нормативных документов по метрологии.

#### **Объекты государственного метрологического контроля и надзора**

Объектами государственного метрологического контроля и надзора являются:

- средства измерительной техники;
- методики выполнения измерений;
- количество фасованного товара в упаковках.

К государственному метрологическому контролю принадлежат:

- государственные испытания средств измерительной техники и утверждения их типов;
- государственная метрологическая аттестация средств измерительной техники; поверка средств измерительной техники;

- аккредитация на право проведения государственных испытаний, поверки и калибрования средств измерительной техники, проведение измерений и аттестации методик выполнения измерений.

К государственному метрологическому надзору принадлежат:

- государственный метрологический надзор за обеспечением единства измерений;
- государственный метрологический надзор за количеством фасованного товара в упаковках.

Государственный метрологический надзор за обеспечением единства измерений распространяется на центральные и местные органы исполнительной власти, органы местного самоуправления, предприятия, организации, граждан – субъектов предпринимательской деятельности.

В центральных и местных органах исполнительной власти, органах местного самоуправления и в органах управления объединений предприятий проводится проверка соблюдения требований этого Закона, других нормативно-правовых актов Украины и нормативных документов по метрологии.

На предприятиях, в организациях и у граждан – субъектов предпринимательской деятельности, кроме того, проводится проверка:

- состояния и применения средств измерительной техники;
- применение аттестованных методик выполнения измерений и правильности выполнения измерений;
- соблюдение условий проведения государственных испытаний, поверки, калибрования, ввоза, выпуска из производства, ремонта и в продажу и выдачи напрокат средств измерительной техники, проведения измерений и аттестации методик выполнения измерений.

К государственному метрологическому контролю относятся: полномочия и аттестация в государственной метрологической системе; государственные испытания средств измерительной техники и утверждения их типов; государственная метрологическая аттестация средств измерительной техники; поверка средств измерительной техники.

К государственному метрологическому надзору относятся:

- государственный метрологический надзор за обеспечением единства измерений;
- государственный метрологический надзор за количеством фасованного товара в упаковках.



## Лекция №2

### Основы теории измерений

#### План лекции

1. Предмет и задачи метрологии.
2. Основные термины.
3. Классификация измерений.
4. Единицы измерений.

#### 1 Предмет и задачи метрологии

С течением мировой истории человеку приходилось измерять различные вещи, взвешивать продукты, отсчитывать время. Для этой цели понадобилось создать целую систему различных измерений, необходимую для вычисления объема, веса, длины, времени и т. п. Данные подобных измерений помогают освоить количественную характеристику окружающего мира. Крайне важна роль подобных измерений при развитии цивилизации. Сегодня никакая отрасль народного хозяйства не могла бы правильно и продуктивно функционировать без применения своей системы измерений. Ведь именно с помощью этих измерений происходит формирование и управление различными технологическими процессами, а также контролирование качества выпускаемой продукции. Подобные измерения нужны для самых различных потребностей в процессе развития научно-технического прогресса: и для учета материальных ресурсов и планирования, и для нужд внутренней и внешней торговли, и для проверки качества выпускаемой продукции, и для повышения уровня защиты труда любого работающего человека. Несмотря на многообразие природных явлений и продуктов материального мира, для их измерения существует такая же многообразная система измерений, основанных на очень существенном моменте – сравнении полученной величины с другой, ей подобной, которая однажды была принята за единицу. При таком подходе физическая величина расценивается как некоторое число принятых для нее единиц, или, говоря иначе, таким образом получается ее значение. Существует наука, систематизирующая и изучающая подобные единицы измерения, – метрология. Как правило, под метрологией подразумевается наука об измерениях, о существующих средствах и методах, помогающих соблюсти принцип их единства, а также о способах достижения требуемой точности.

Происхождение самого термина **«метрология»** возводят к двум греческим словам: **metron**, что переводится как «мера», и **logos** – «учение». Бурное развитие метрологии пришлось на конец XX в. Оно неразрывно связано с развитием новых технологий. До этого метрология была лишь описательным научным предметом. Следует отметить и особое участие в создании этой дисциплины Д. И. Менделеева, которому подевалось вплотную заниматься

метрологией с 1892 по 1907 гг., когда он руководил этой отраслью российской науки. Таким образом, можно сказать, что метрология изучает:

- методы и средства для учета продукции по следующим показателям: длине, массе, объему, расходу и мощности;
- измерения физических величин и технических параметров, а также свойств и состава веществ;
- измерения для контроля и регулирования технологических процессов.

Основным нормативным документом в области метрологии в нашей стране является Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности».

#### **Выделяют несколько основных направлений метрологии:**

- общая теория измерений;
- системы единиц физических величин;
- методы и средства измерений;
- методы определения точности измерений;
- основы обеспечения единства измерений, а также основы единообразия средств измерения;
- эталоны и образцовые средства измерений;
- методы передачи размеров единиц от образцов средств измерения и от эталонов рабочим средствам измерения. Важным понятием в науке метрологии является единство измерений, под которым подразумевают такие измерения при которых итоговые данные получаются в узаконенных единицах, в то время как погрешности данных измерений получены с заданной вероятностью. Необходимость существования единства измерений вызвана возможностью сопоставления результатов различных измерений, которые были проведены в различных районах, в различные временные отрезки, а также с применением разнообразных методов и средств измерения.

#### **Следует различать также объекты метрологии:**

- единицы измерения величин;
- средства измерений;
- методики, используемые для выполнения измерений и т. д.

Метрология включает в себя: во-первых, общие правила, нормы и требования, во-вторых, вопросы, нуждающиеся в государственном регламентировании и контроле. И здесь речь идет о:

- физических величинах, их единицах, а также об их измерениях;
- принципах и методах измерений и о средствах измерительной техники;
- погрешностях средств измерений, методах и средствах обработки результатов измерений с целью исключения погрешностей;
- обеспечении единства измерений, эталонах, образцах;
- государственной метрологической службе;
- методике поверочных схем;
- рабочих средствах измерений.

В связи с этим задачами метрологии становятся: усовершенствование эталонов, разработка новых методов точных измерений, обеспечение единства и необходимой точности измерений.

## 2 Основные термины

Очень важным фактором правильного понимания дисциплины и науки метрология служат использующиеся в ней термины и понятия. Надо сказать, что, их правильная формулировка и толкование имеют первостепенное значение, так как восприятие каждого человека индивидуально и многие, даже общепринятые термины, понятия и определения он трактует по—своему, используя свой жизненный опыт и следуя своим инстинктам, своему жизненному кредо. А для метрологии очень важно толковать термины однозначно для всех, поскольку такой подход дает возможность оптимально и целиком понимать какое—либо жизненное явление. Для этого был создан специальный стандарт на терминологию, утвержденный на государственном уровне. Поскольку Украина на сегодняшний момент воспринимает себя частью мировой экономической системы, постоянно идет работа над унификацией терминов и понятий, создается международный стандарт. Это, безусловно, помогает облегчить процесс взаимовыгодного сотрудничества с высокоразвитыми зарубежными странами и партнерами. Итак, в метрологии используются следующие величины и их определения:

- **физическая величина**, представляющая собой общее свойство в отношении качества большого количества физических объектов, но индивидуальное для каждого в смысле количественного выражения;

- **единица физической величины**, что подразумевает под собой физическую величину, которой по условию присвоено числовое значение, равное единице;

- **измерение физических величин**, под которым имеется в виду количественная и качественная оценка физического объекта с помощью средств измерения;

- **средство измерения**, представляющее собой техническое средство, имеющее нормированные метрологические характеристики. К ним относятся измерительный прибор, мера, измерительная система, измерительный преобразователь, совокупность измерительных систем;

- **измерительный прибор** представляет собой средство измерений, вырабатывающее информационный сигнал в такой форме, которая была бы понятна для непосредственного восприятия наблюдателем;

- **мера** — также средство измерений, воспроизводящее физическую величину заданного размера. Например, если прибор аттестован как средство измерений, его шкала с оцифрованными отметками является мерой;

- **измерительная система**, воспринимаемая как совокупность средств измерений, которые соединяются друг с другом посредством каналов передачи информации для выполнения одной или нескольких функций;

- **измерительный преобразователь** – также средство измерений, которое производит информационный измерительный сигнал в форме, удобной для хранения, просмотра и трансляции по каналам связи, но не доступной для непосредственного восприятия;

- **принцип измерений** как совокупность физических явлений, на которых базируются измерения;

- **метод измерений** как совокупность приемов и принципов использования технических средств измерений;

- **методика измерений** как совокупность методов и правил, разработанных метрологическими научно-исследовательскими организациями, утвержденных в законодательном порядке;

- **погрешность измерений**, представляющую собой незначительное различие между истинными значениями физической величины и значениями, полученными в результате измерения;

- **основная единица измерения**, понимаемая как единица измерения, имеющая эталон, который официально утвержден;

- **производная единица как единица измерения**, связанная с основными единицами на основе математических моделей через энергетические соотношения, не имеющая эталона;

- **эталон**, который имеет предназначение для хранения и воспроизведения единицы физической величины, для трансляции ее габаритных параметров нижестоящим по поверочной схеме средствам измерения. Существует понятие «первичный эталон», под которым понимается средство измерений, обладающее наивысшей в стране точностью. Есть понятие «эталон сравнений», трактуемое как средство для связи эталонов межгосударственных служб. И есть понятие «эталон—копия» как средство измерений для передачи размеров единиц образцовым средствам;

- **образцовое средство**, под которым понимается средство измерений, предназначенное только для трансляции габаритов единиц рабочим средствам измерений;

- **рабочее средство**, понимаемое как «средство измерений для оценки физического явления»;

- **точность измерений**, трактуемая как числовое значение физической величины, обратное погрешности, определяет классификацию образцовых средств измерений. По показателю точности измерений средства измерения можно разделить на: наивысшие, высокие, средние, низкие.

### 3 Классификация измерений

Классификация средств измерений может проводиться по следующим критериям.

3.1 По характеристике точности измерения делятся на равноточные и неравноточные.

**Равноточными** измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерений (СИ), обладающих одинаковой точностью, в идентичных исходных условиях.

**Неравноточными** измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерения, обладающих разной точностью, и (или) в различных исходных условиях.

3.2 По количеству измерений измерения делятся на однократные и многократные.

**Однократное измерение** – это измерение одной величины, сделанное один раз. Однократные измерения на практике имеют большую погрешность, в связи с этим рекомендуется для уменьшения погрешности выполнять минимум три раза измерения такого типа, а в качестве результата брать их среднее арифметическое.

**Многократные измерения** – это измерение одной или нескольких величин, выполненное четыре и более раз. Многократное измерение представляет собой ряд однократных измерений. Минимальное число измерений, при котором измерение может считаться многократным, – четыре. Результатом многократного измерения является среднее арифметическое результатов всех проведенных измерений. При многократных измерениях снижается погрешность.

3.3 По типу изменения величины измерения делятся на статические и динамические.

**Статические измерения** – это измерения постоянной, неизменной физической величины. Примером такой постоянной во времени физической величины может послужить длина земельного участка.

**Динамические измерения** – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

3.4 По назначению измерения делятся на технические и метрологические.

**Технические измерения** – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

**Метрологические измерения** – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

3.5 По способу представления результата измерения делятся на абсолютные и относительные.

**Абсолютные измерения** – это измерения, которые выполняются посредством прямого, непосредственного измерения основной величины и (или) применения физической константы.

**Относительные измерения** – это измерения, при которых вычисляется отношение однородных величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель – базой сравнения (единицей). Результат измерения будет зависеть от того, какая величина принимается за базу сравнения.

3.6 По методам получения результатов измерения делятся на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

**Прямые измерения** – это измерения, выполняемые при помощи мер, т. е. измеряемая величина, сопоставляется непосредственно с ее мерой. Примером прямых измерений является измерение величины угла (мера – транспортир).

**Косвенные измерения** – это измерения, при которых значение измеряемой величины вычисляется при помощи значений, полученных посредством прямых измерений, и некоторой известной зависимости между данными значениями и измеряемой величиной.

**Совокупные измерения** – это измерения, результатом которых является решение некоторой системы уравнений, которая составлена из уравнений, полученных вследствие измерения возможных сочетаний измеряемых величин.

**Совместные измерения** – это измерения, в ходе которых измеряется минимум две неоднородные физические величины с целью установления существующей между ними зависимости.

#### 4 Единицы измерений

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам была утверждена Международная система единиц (СИ).

В основе Международной системы единиц лежат семь единиц, охватывающих следующие области науки: механику, электричество, теплоту, оптику, молекулярную физику, термодинамику и химию:

- единица длины (механика) – **метр**;
- единица массы (механика) – **килограмм**;
- единица времени (механика) – **секунда**;
- единица силы электрического тока (электричество) – **ампер**;
- единица термодинамической температуры (теплота) – **кельвин**;
- единица силы света (оптика) – **кандела**;
- единица количества вещества (молекулярная физика, термодинамика и химия) – **моль**.

В Международной системе единиц есть дополнительные единицы:

- единица измерения плоского угла – **радиан**;
- единица измерения телесного угла – **стерадиан**.

Таким образом, посредством принятия Международной системы единиц были упорядочены и приведены к одному виду единицы измерения физических величин во всех областях науки и техники, так как все остальные единицы выражаются через семь основных и две дополнительных единицы СИ. Например, количество электричества выражается через секунды и амперы.

## Лекция №3

### Средства измерений

#### План

1. Виды средств измерений.
2. Меры.
3. Измерительные преобразователи.
4. Измерительные приборы.
5. Измерительные установки и системы.
6. Измерительные принадлежности.

#### 1 Виды средств измерений

Средство измерений - техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства. К средствам измерений относятся: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности.

Средства измерений различаются:

- по метрологическому назначению – на рабочие и метрологические;
- по конструктивному исполнению – на меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки, измерительные системы и измерительные комплексы;
- по уровню автоматизации – на не автоматические, автоматизированные и автоматические;
- по уровню стандартизации – на стандартные и нестандартные;
- по отношению к измеряемой величине – на основные и вспомогательные.

По метрологическому назначению средства измерений делят на два вида: рабочие средства измерений и эталоны. *Рабочие средства* измерений применяют для определения параметров (характеристик) технических устройств, технологических процессов, окружающей среды и др. Рабочие средства могут быть лабораторными (для научных исследований), производственными (для обеспечения и контроля заданных характеристик технологических процессов), полевыми (для самолетов, автомобилей, судов и т.п.). Каждый из этих видов рабочих средств отличается особыми показателями. Так, лабораторные средства измерений — самые точные и чувствительные, а их показания характеризуются высокой стабильностью. Производственные обладают устойчивостью к воздействиям различных факторов производственного процесса: температуры, влажности, вибрации и т.п., что может сказаться на достоверности и точности показаний приборов. Полевые работают в условиях, постоянно изменяющихся в широких пределах внешних воздействий. Особым средством измерений является эталон.

## 2 Меры

**Мерой** называют средство измерения, предназначенное для воспроизведения физических величин заданного размера. К данному виду средств измерений относятся гири, концевые меры длины и т.п. На практике используют однозначные и многозначные меры, а также наборы и магазины мер. *Однозначные меры* воспроизводят величины только одного размера (гиря). *Многозначные меры* воспроизводят несколько размеров физической величины. Например, миллиметровая линейка дает возможность выразить длину предмета в сантиметрах и в миллиметрах.

Наборы и магазины представляют собой объединение (сочетание) однозначных или многозначных мер для получения возможности воспроизведения некоторых промежуточных или суммарных значений величины. *Набор мер* представляет собой комплект однородных мер разного размера, что дает возможность применять их в нужных сочетаниях. Например, набор лабораторных гирь. *Магазин мер* — сочетание мер, объединенных конструктивно в одно механическое целое, в котором предусмотрена возможность посредством ручных или автоматизированных переключателей, связанных с отсчетным устройством, соединять составляющие магазин меры в нужном сочетании. По такому принципу устроены магазины электрических сопротивлений.

К однозначным мерам относят стандартные образцы и стандартные вещества. Стандартный образец — это должным образом оформленная проба вещества (материала), которая подвергается метрологической аттестации с целью установления количественного значения определенной характеристики. Эта характеристика (или свойство) является величиной с известным значением при установлении условий внешней среды. К подобным образцам относятся, например, наборы минералов с конкретными значениями твердости (шкала Мооса) для определения этого параметра у различных минералов.

Стандартным образцом является образец чистого цинка, который служит для воспроизведения температуры  $419,527^{\circ}\text{C}$  по международной температурной шкале МТШ-90.

При пользовании мерами следует учитывать номинальное и действительное значения мер, а также погрешность меры и ее разряд. *Номинальным* называют значение меры, указанное на ней. *Действительное значение* меры должно быть указано в специальном свидетельстве как результат высокоточного измерения с использованием официального эталона.

Разность между номинальным и действительным значениями называется *погрешностью меры*. Величина, противоположная по знаку погрешности, представляет собой поправку к указанному на мере номинальному значению. Поскольку при аттестации (поверке) также могут быть погрешности, меры подразделяют на разряды (1-го, 2-го и т.д. разрядов) и называют *разрядными эталонами* (образцовые измерительные средства), которые используют для поверки измерительных средств. Величина погрешности меры служит основой для деления мер на классы, что обычно применимо к мерам, употребляемым для технических измерений.



### 3 Измерительные преобразователи

**Измерительный преобразователь** — это средство измерений, которое служит для преобразования сигнала измерительной информации в форму, удобную для обработки или хранения, а также передачи в показывающее устройство. Измерительные преобразователи либо входят в конструктивную схему измерительного прибора, либо применяются совместно с ним, но сигнал преобразователя не поддается непосредственному восприятию наблюдателем. Например, преобразователь может быть необходим для передачи информации в память компьютера, для усиления напряжения и т.д. Преобразуемую величину называют входной, а результат преобразования — выходной величиной. Основной метрологической характеристикой измерительного преобразователя считается соотношение между входной и выходной величинами, называемое *функцией преобразования*.

Преобразователи подразделяются на :

- **первичные** (непосредственно воспринимающие измеряемую величину);
- **передающие**, на выходе которых величина приобретает форму, удобную для регистрации или передачи на расстояние;
- **промежуточные**, работающие в сочетании с первичными и не влияющие на изменение рода физической величины.

### 4 Измерительные приборы

**Измерительные приборы** — это средства измерений, которые позволяют получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия пользователем. Различаются измерительные приборы прямого действия и приборы сравнения.

*Приборы прямого действия* отображают измеряемую величину на показывающем устройстве, имеющем соответствующую градуировку в единицах этой величины. Изменения рода физической величины при этом не происходит. К приборам прямого действия относят, например, амперметры, вольтметры, термометры и т.п.

*Приборы сравнения* предназначены для сравнения измеряемых величин с величинами, значения которых известны. Такие приборы широко используются в научных целях, а также и на практике для измерения таких величин, как яркость источников излучения, давление сжатого воздуха и др.

### 5 Измерительные установки и системы

**Измерительные установки и системы** — это совокупность средств измерений, объединенных по функциональному признаку со вспомогательными устройствами, для измерения одной или нескольких физических величин объекта измерений. Обычно такие системы автоматизированы и обеспечивают ввод информации в систему, автоматизацию самого процесса измерения, обработку и отображение результатов измерений для восприятия их пользователем. Такие установки (системы) используют и для контроля (например, производственных процессов), что особенно актуально

для метода статистического контроля, а также принципа TQM в управлении качеством (см. гл. 6).

**Измерительная установка** – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенных для измерений одной или нескольких физических величин и расположенных в одном месте.

**Измерительная система** – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого пространства с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому пространству.

Измерительная система предназначена для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и/или использования в автоматических системах управления. В зависимости от назначения измерительные системы подразделяются на:

- измерительные информационные;
- измерительные контролирующие;
- измерительные управляющие.

## **6 Измерительные принадлежности**

Измерительные принадлежности — это вспомогательные средства измерений величин. Они необходимы для вычисления поправок к результатам измерений, если требуется высокая степень точности. Например, термометр может быть вспомогательным средством, если показания прибора достоверны при строго регламентированной температуре; психрометр — если строго оговаривается влажность окружающей среды.

Следует учитывать, что измерительные принадлежности вносят определенные погрешности в результат измерений, связанные с погрешностью самого вспомогательного средства.

## **Лекция №4**

### **Погрешности измерений. Обработка результатов измерений. Основные законы распределения случайных погрешностей**

#### **План лекции**

1. Погрешности измерений.
2. Обработка результатов измерений.
3. Равномерный закон распределения случайных погрешностей.
4. Нормальный закон распределения случайных погрешностей.

## 1 Погрешности измерений

Непосредственной задачей измерения является определение значений измеряемой величины. В результате измерения физической величины с истинным значением  $X_{ист}$  мы получаем оценку этой величины  $X_{изм}$  - результат измерений. При этом следует четко различать два понятия: **истинные значения** физических величин и их эмпирические проявления – **действительные значения**, которые являются результатами измерений и в конкретной измерительной задаче могут приниматься в качестве истинных значений. Истинное значение величины неизвестно и оно применяется только в теоретических исследованиях. Результаты измерений являются продуктами нашего познания и представляют собой приближенные оценки значений величин, которые находятся в процессе измерений. Степень приближения полученных оценок к истинным (действительным) значениям измеряемых величин зависит от многих факторов: метода измерений, использованных средств измерений и их погрешностей, от свойств органов чувств операторов, проводящих измерения, от условий, в которых проводятся измерения и т.д. Поэтому между истинным значением физической величины и результатом измерений всегда имеется различие, которое выражается **погрешностью измерений** (то же самое, что погрешностью результата измерений).

**Погрешность результата измерения** — отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины:

$$\Delta X = X_{изм} - X_{ист},$$

где:  $X_{изм}$  – результат измерения,  $X_{ист}$  – истинное значение измеряемой величины

Так как истинное значение измеряемой величины всегда неизвестно и на практике мы имеем дело с действительными значениями величин  $X_d$ , то формула для определения погрешности в связи с этим приобретает вид:

$$\Delta X = X_{изм} - X_d$$

### Классификация погрешностей измерений

Погрешности измерений различаются по:

- а) **источнику возникновения** — методическая, инструментальная и субъективная погрешности;
- б) **условиям проведения измерений** — влияние внешних условий как на измеряемый объект, так и на измерительный прибор (температура, давление, влажность и др.);
- в) **характеру проявления** — систематические, случайные и промахи;
- г) **по способу выражения**: абсолютная и относительная.

**Абсолютная** —  $\Delta A$ ; она выражается в единицах измеряемого значения и представляет собой разность между измеренным  $A_x$  и действительным  $A$  значениями физической величины:

$$\Delta A = A_x - A$$

**Относительная** погрешность измерения равна  $\delta$ ; она обычно выражается в процентах и представляет собой отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины:

$$\delta = \Delta A / A \approx \Delta A / A_x,$$

$$\delta = 100 \Delta A / A$$

Погрешности по условиям измерений разделяют на **основные** и **дополнительные** применительно к измерительным приборам.

**Методические** погрешности возникают из-за недостаточной разработанности или несовершенства метода измерения, измерительной схемы или ее элементов. Такая погрешность возникает, например, при шунтировании вольтметром сопротивления, на котором измеряется напряжение, т. е. если включение измерительного прибора приводит к изменению режима работы источника сигнала и исследуемой цепи.

**Инструментальные** погрешности обусловлены конструктивными, технологическими, схемными недостатками приборов и неточной градуировкой, а также погрешностями отсчета, определяемыми ценой деления у аналоговых приборов и единицей наименьшего разряда у цифровых.

**Субъективные** погрешности обусловлены несовершенством органов чувств оператора, невниманием при измерениях и индивидуальными особенностями. При использовании цифровых приборов субъективные погрешности отсутствуют.

**Систематическая погрешность** — составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины. В зависимости от характера изменения систематические погрешности подразделяются на **постоянные, прогрессирующие, периодические, изменяющиеся по сложному закону**.

Близость к нулю систематической погрешности отражает **правильность измерений**.

Систематические погрешности обычно оцениваются либо путем теоретического **анализа условий измерения**, основываясь на известных свойствах средств измерений, либо использованием **более точных средств измерений**. Как правило, систематические погрешности стараются исключить с помощью поправок. **Поправка** представляет собой значение величины, вводимое в неисправленный результата измерения с целью исключения систематической погрешности. Знак поправки противоположен знаку величины. На возникновение погрешностей влияют также и факторы,

нерегулярно появляющиеся и неожиданно исчезающие. Причем интенсивность их тоже не остается постоянной. Результаты измерения в таких условиях имеют различия, которые индивидуально непредсказуемы, а присущие им закономерности проявляются лишь при значительном числе измерений. Погрешности, появляющиеся в результате действия таких факторов, называются *случайными погрешностями*.

*Случайная* погрешность – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью.

Незначительность случайных погрешностей говорит о хорошей *сходимости измерений*, то есть о близости друг к другу результатов измерений, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью.

Обнаруживаются случайные погрешности путем *повторных измерений* одной и той же величины в одних и тех же условиях. Они не могут быть исключены опытным путем, но могут быть оценены при обработке результатов наблюдений. Деление погрешностей измерений на случайные и систематические очень важно, т.к. учет и оценка этих составляющих погрешности требует разных подходов.

Факторы, вызывающие погрешности, как правило, можно свести к общему уровню, когда влияние их на формирование погрешности является более или менее одинаковым. Однако некоторые факторы могут проявляться неожиданно сильно, например, резкое падение напряжения в сети. В таком случае могут возникать погрешности, существенно превышающие погрешности, оправданные условиями измерений, свойствами средств измерений и метода измерений, квалификацией оператора. Такие погрешности называются *грубыми, или промахами*.

*Грубая погрешность (промах)* – погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных значений погрешности. Грубые погрешности необходимо всегда исключать из рассмотрения, если известно, что они являются результатом очевидных промахов при проведении измерений. Если же причины появления резко выделяющихся наблюдений установить нельзя, то для решения вопроса об их исключении используют статистические методы. Существует несколько критериев, которые позволяют выявить грубые погрешности. Некоторые из них рассмотрены ниже в разделе об обработке.

## 2 Обработка результатов измерений

*Обработка прямых измерений.* Для характеристики большинства приборов часто используют понятие приведенной погрешности, равной абсолютной погрешности в процентах диапазона шкалы измерений. По приведенной погрешности приборы разделяются на классы точности. Класс точности указан на панели прибора.

Наибольшая инструментальная погрешность измеряется по формуле:

$$\Delta_a = K \times A / 100, \quad (2.1)$$

где  $K$  – класс точности,  $A$  – наибольшее значение шкалы прибора.

Инструментальную погрешность невозможно уменьшить статистической обработкой отсчетов.

При наличии случайных погрешностей наблюдаемые значения измеряемой величины при многократных измерениях случайным образом рассеяны относительно ее истинного значения. В этом случае действительное значение находят как наиболее вероятное из серии отсчетов, а погрешность характеризуют шириной интервала, который с заданной вероятностью показывает истинное значение.

Наилучшей оценкой истинного значения величины  $X$  является *выборочное среднее значение*

$$\langle X \rangle = \frac{\sum_{n=1}^N X_n}{N}, \quad (2.2)$$

где  $x_n$  – отсчет величины  $X$ ,  $N$  – число отсчетов.

Для оценки разброса отсчетов при измерении используется *выборочное среднее квадратическое отклонение отсчетов*

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (X_n - \langle X \rangle)^2}{N - 1}}, \quad (2.3)$$

Выборочное среднее является случайной величиной и его разброс относительно истинного значения измеряемой величины оценивается *выборочным средним квадратическим отклонением среднего значения*

$$S_{\langle x \rangle} = \frac{S_x}{\sqrt{N}}, \quad (2.4)$$

*Доверительной вероятностью (надежностью)* результата серии наблюдений называется вероятность  $\alpha$ , с которой доверительный интервал включает истинное значение измеряемой величины.

Случайную составляющую погрешности принято выражать как полуширину доверительного интервала. *Случайная составляющая погрешности многократных измерений:*

$$\Delta X = t_a \times S_{\langle x \rangle}, \quad (2.5)$$

где  $t_a$  – безразмерный коэффициент доверия (коэффициент Стьюдента).

Чем больше доверительная вероятность, тем надежнее оценка интервала и, вместе с тем, шире его границы.

*Полная абсолютная погрешность*  $\Delta X$  прямых измерений равна квадратической сумме ее составляющих: инструментальной  $\Delta_a$  и случайной  $\Delta_x$

$$\Delta X = \sqrt{\Delta_a^2 + \Delta_x^2} \quad (2.6)$$

*Полная относительная погрешность*  $\delta_x$  прямых измерений равна отношению полной абсолютной погрешности к выборочному среднему значению

$$\delta_x = \Delta X / \langle X \rangle \quad (2.7)$$

*Обработка косвенных измерений.* Расчет погрешностей косвенных измерений осуществляется по алгоритму, использующему сложение абсолютных величин погрешностей.

Пусть  $U = f(X, Y)$  – функциональная зависимость между измеряемой величиной  $U$  и величинами  $X$  и  $Y$ , Значения которых найдены прямыми измерениями. Действительное значение  $U$  определяется как:

$$(U) = f(\langle X \rangle, \langle Y \rangle) \quad (2.8)$$

Вычисляем относительные погрешности аргументов. Затем определяем абсолютную и относительную погрешности функции

$$U = \frac{X}{Y} \quad (2.9)$$

и по формулам:

- для относительной погрешности:

$$\delta_u = \delta_x + \delta_y \quad (2.10)$$

- для абсолютной погрешности:

$$\Delta_u = u \times \delta_u \quad (2.11)$$

Пример расчета:

**Оценка токсического действия тестируемой пробы воды.** Оценка токсического действия тестируемой пробы воды делается на основании достоверности различий между показателями прироста численности клеток водорослей в контроле и в опыте. При этом вычисляют:

- средние арифметические величины прироста численности клеток –  $\bar{X}_i$  и  $\bar{X}$  (в контроле и опыте);
- среднее квадратичное отклонение по формуле  $\delta$  (2.3);
- ошибку среднего арифметического ( $\bar{X}$ );
- $Td$  – критерий достоверности различий двух величин:

$$S = \frac{\delta}{\sqrt{N}}$$

$$T_d = \frac{\bar{x}_k - \bar{x}_o}{\sqrt{(S_k^2 - S_o^2)}}$$

где  $\bar{x}_k$  и  $\bar{x}_o$  – сравниваемые средние величины (в контроле и опыте),  
 $S_k^2$  и  $S_o^2$  – квадраты ошибок средних в контроле и опыте.

$Td$  рассчитывают для каждой тестируемой пробы и сравнивают с табличной величиной  $Tst$  – стандартным значением критерия Стьюдента. В нашем случае для его определения принимаем уровень значимости  $p = 0,05$  (95%) и степень свободы =  $(n_1 + n_2 - 2)$ , т. е.  $(3 + 3 - 2) = 4$ .  $Tst$  при степени свободы 4 равно 2,78.

Если  $Td \geq Tst$ , то различие между контролем и опытом достоверно – тестируемая вода загрязнена.

Если  $Td < Tst$ , то различие между контролем и опытом не достоверно – тестируемая вода не загрязнена.

### **3 Равномерный закон распределения случайных погрешностей**

При использовании вероятностного подхода к описанию погрешности требуется знание законов распределения погрешности измерений. Встречающиеся в метрологии законы распределения можно свести к следующим:

- трапецеидальные (плосковершинные);
- экспоненциальные;
- уплощенные (приблизительно плосковершинные);
- семейство распределений Стьюдента;
- двухмодальные.

К трапецеидальным относятся равномерное, собственно трапецеидальное, составленное как композиция из двух равномерных законов, имеющих различную ширину и треугольное распределение, представляющее собой частный случай предыдущего (при равной ширине составляющих равномерных распределений). Равномерное распределение (рис. 3.1) имеют погрешности



квантования в цифровых приборах, округления при отсчете показаний стрелочного прибора, от трения в стрелочных приборах и т.д.

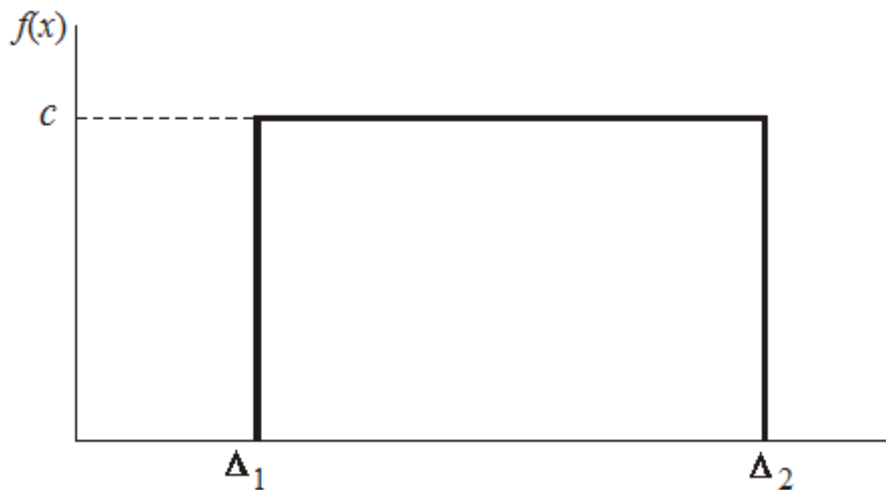


Рисунок 3.1 – Равномерное распределение случайной погрешности

При равномерном законе распределения случайная погрешность  $\Delta$  принимает значения лишь в пределах конечного интервала  $\Delta_1 - \Delta_2$  с постоянной плотностью вероятностей  $p(x)$ . Математически равномерный закон выглядит так:

$$p(\Delta)=c, \text{ при } \Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2$$

$$p(\Delta)=0, \text{ при } \Delta_1 > \Delta > \Delta_2$$

Площадь под кривой распределения равна единице:  $c(\Delta_2 - \Delta_1) = 1$ , отсюда

$$c=1/(\Delta_2-\Delta_1)$$

Тогда

$$p(\Delta)=1/(\Delta_2-\Delta_1) , \text{ при } \Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2 ;$$

$$p(\Delta)=0, \text{ при } \Delta_1 > \Delta > \Delta_2$$

Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение случайной погрешности  $\Delta$

$$M(\Delta)=(\Delta_2+\Delta_1)/2 ;$$

$$\sigma=(\Delta_2-\Delta_1)/2\sqrt{3}$$

#### 4 Нормальный закон распределения случайных погрешностей

Одним из экспоненциальных законов распределения является так называемое нормальное распределение (распределение Гаусса). Закон распределения погрешностей результата измерения принято считать нормальным в том случае, когда полная погрешность образуется из большого

числа независимых случайных составляющих (частных погрешностей), независимо от их законов распределения, при условии, что ни одна из этих частных погрешностей не преобладает над всеми остальными.

### Математическая зависимость нормального закона

$$p(\Delta) = 1/(\sigma\sqrt{2\pi}) \cdot \exp[-(\Delta - M(\Delta))/(2\sigma^2)]$$

Как видно, нормальный закон полностью характеризуется двумя числовыми характеристиками - математическим ожиданием и дисперсией. Колоколообразная кривая нормального распределения симметрична относительно оси ординат. Это означает, что погрешности, одинаковые по величине, но противоположные по знаку, встречаются одинаково часто. Кроме того, малые погрешности встречаются чаще, чем большие. Данные свойства иллюстрирует рисунок 4.1. Так, площадь под кривой плотности распределения вероятности в интервале  $\Delta_2 - \Delta_1$  существенно больше, чем площадь в равном интервале  $\Delta_4 - \Delta_3$ . Площадь же под кривой плотности распределения вероятностей характеризует вероятность появления погрешностей.

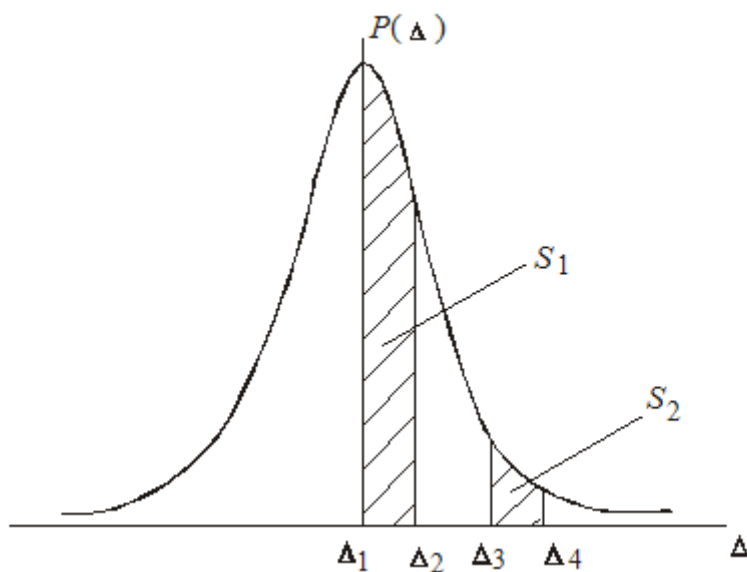


Рисунок 4.1 – Вид нормального закона распределения случайной погрешности  $\Delta$

Рисунок 4.1 иллюстрирует изменение формы кривой плотности распределения вероятностей при различных значениях средних квадратических отклонений ( $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ). Видно, что чем большее значение имеет  $\sigma$ , тем больше результаты измерений рассеяны, тем больше вероятность проявления больших погрешностей. Таким образом, чем меньше значение  $\sigma$ , тем выше качество измерений.

Нормальное и равномерное распределения при проведении измерений встречаются наиболее часто.

Рассмотренные выше законы распределения описывают поведение случайных непрерывных величин. На практике результаты измерений и соответствующие им случайные погрешности являются дискретными величинами. При использовании дискретных величин производится оценка параметров их законов распределений на основе выборок - определенного ряда значения измеряемой величины на основе независимых наблюдений. К выборке предъявляется требование репрезентативности (представительства), т.е. она должна достаточно хорошо представлять пропорции генеральной совокупности случайных величин. На основе выборки определяются оценки параметров, которые сами являются случайными величинами, значения которых зависят от объема экспериментальных данных.

Таким образом, мерой степени согласия между результатами последовательно проводимых измерений одной и той же величины является повторяемость измерений, причем предполагается, что измерения производятся одним и тем же методом, на одной и той же аппаратуре, при неизменных рабочих условиях и в течение короткого отрезка времени. Чем выше повторяемость, тем меньше неопределенность результата многократного измерения. Воспроизводимость результата измерения характеризуется близостью результатов, получаемых при повторных измерениях одной и той же величины, выполняемых при различных условиях и режимах работы, растянутых на длительное время. Очевидно, что вследствие влияния систематических погрешностей воспроизводимость результата измерения обычно ниже, чем повторяемость.

Кроме систематических и случайных составляющих погрешности выделяют так называемые промахи и грубые погрешности. Это такие погрешности, которые существенно превышают оправдываемые объективными условиями проведения измерения систематические и случайные погрешности.

Причиной промаха обычно является ошибка наблюдателя. Наиболее характерными промахами являются следующие:

- неправильный отсчет по шкале измерительного прибора. Чаще всего это происходит при неравномерной шкале либо при отсчете в противоположном градуировке шкалы направлении;
- ошибочная запись результата вследствие описки;
- неверные показания, связанные с неправильным подключением средств измерений либо их элементов, причинами которого являются недостаточная квалификация либо ошибки наблюдателя.

Грубые погрешности являются результатом кратковременных неисправностей аппаратуры либо внезапных кратковременных изменений условий проведения измерения.

Особенно сильное воздействие на результат измерений промахи и грубые погрешности могут оказать при малом числе наблюдений.

Нормативные документы по метрологии требуют обязательной оценки погрешностей при проведении измерений. Но требования к точности различных измерений могут сильно различаться. В научных исследованиях часто требуется возможная наивысшая точность проводимых измерений,

которая требует учета и анализа всей исходной информации. При технических (инженерных) измерениях часто максимально достижимой точности результатов измерений не требуется, достаточно провести измерения с предварительной или приближенной оценкой.

Измерения с предварительным оцениванием погрешностей выполняются по типовым методикам выполнения измерений, регламентированным нормативно-технической документацией, в которой указываются методы и условия измерений, типы и погрешности используемых средств измерений и на основе этих данных заранее оценена и указана возможная погрешность результата.

Измерения с приближенным оцениванием погрешности учитывают лишь нормативные, типовые метрологические характеристики средств измерений и оценивают влияние на результат измерения лишь отклонений условий измерения от нормальных.

## **Лекция №5**

### **Методы и способы измерений. Устройства для измерений физических величин**

#### **План лекции**

1. Методы измерений.
2. Способы измерений.
3. Гидрологические характеристики физических величин.
4. Измерения линейных величин.
5. Измерения угловых величин.
6. Измерения объемов.

#### **1 Методы измерений**

С учетом того, что метод измерений представляет собой совокупность приемов использования принципов и средств измерений, различают два метода измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

Классификационным признаком в таком разделении методов измерений является наличие или отсутствие при измерениях меры.

Для удобства изложения в дальнейшем используется классификация методов измерений, приведенная на рисунке 1.1.

Метод непосредственной оценки (отсчета) – метод измерений, в котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия.

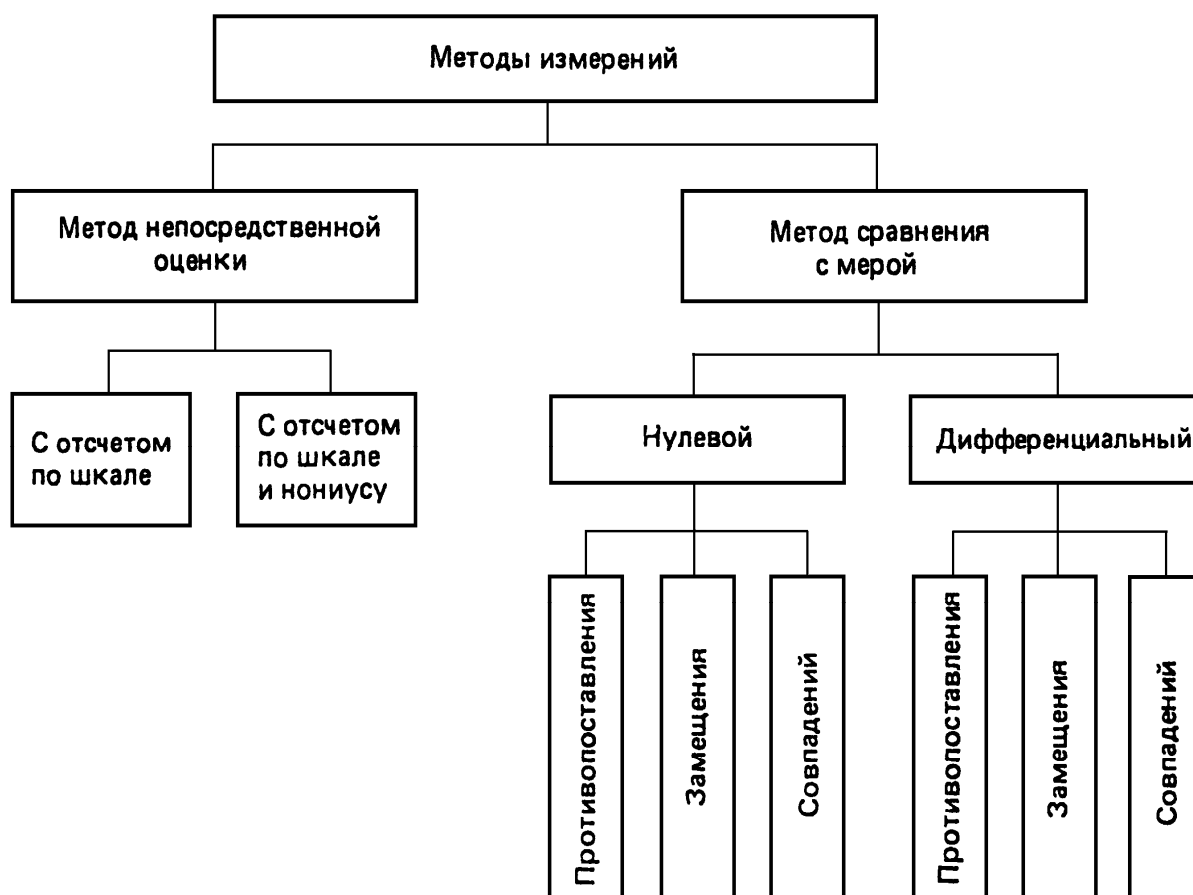


Рисунок 1.1 – Классификация методов измерений

Прибор прямого действия – измерительный прибор, в котором сигнал измерительной информации движется в одном направлении, а именно с входа на выход.

Метод сравнения с мерой – метод измерения, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Методы сравнения в зависимости от наличия или отсутствия при сравнении разности между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, подразделяют на нулевой и дифференциальный.

Нулевой метод – это метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля (прибор сравнения, или компаратор, – измерительный прибор, предназначенный для сравнения измеряемой величины с величиной, значение которой известно).

Дифференциальный метод – это метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. Этот метод позволяет получать результаты измерений с высокой точностью даже в случае применения относительно неточных измерительных приборов, если с большой точностью воспроизводится известная величина.

Метод противопоставления – метод сравнения с мерой, в котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно

воздействует на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами.

Методом замещения называется метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой. Это, например, взвешивание с поочередным помещением массы и гирь на одну и ту же чашку весов. Метод замещения можно рассматривать как разновидность дифференциального или нулевого метода, отличающуюся тем, что сравнение измеряемой величины с мерой производится одновременно.

В настоящее время в открытых каналах гидромелиоративных систем широко применяется метод измерения расхода воды «скорость-площадь», основанный на вычислении средней скорости водного потока, проходящего через створ гидротехнического сооружения. Вычисление средней скорости потока производится путём последовательного во времени снятия некоторого количества точек значений скорости по створу гидрометрического сооружения и их осреднения. Несовершенство данного метода заключается в следующем:

- применимость только при свободном истечении жидкости и установившемся режиме течения, т.к. при наличии подпорно-переменного режима течения жидкости теряется однозначность зависимости расход-напор;

- за время замера скоростей потока в различных его точках постоянство расхода воды не гарантировано и, в принципе, может меняться в довольно широких пределах, что снижает точность измерения.

Для устранения вышеперечисленных недостатков можно использовать метод «уклон-площадь». Этот метод до настоящего времени применялся в основном для решения ряда задач, связанных с гидрологическими наблюдениями и расчетами на реках. Для открытых каналов важными являются данные об уклонах водной поверхности для постов, учитывающих объем воды и расположенных на участках с переменным подпором. При наличии переменного подпора связь между уровнями и расходами воды в канале становится неоднозначной. В этом случае расход зависит не только от уровня, но и от уклона водной поверхности.

## **2 Способы измерений**

Наиболее часто используется аналитический способ, который в практике принят как основной и регламентируется методикой выполнения измерений МВИ 05-90 (Гидромелиоративные каналы с фиксированным руслом. Методика выполнения измерений расхода воды методом «скорость-площадь»).

Графический способ, как и способ вычисления расхода по изотамам, даёт более точные результаты, так как построение эпюр скоростей на вертикалях, средних скоростей и расходов, а также линий изохатх позволяет точнее отобразить распределение этих элементов в русле. Это связано, прежде всего, с тем, что оператор, выполняющий построения эпюр, проводит гладкие кривые, придавая им естественные очертания, близкие к действительным, опираясь на здравый смысл и опыт.

## **3 Гидрологические характеристики физических величин**

Гидрологические характеристики водного объекта — комплекс физических, химических и биологических показателей, с помощью которых можно описать гидрологическое состояние водного объекта.

Гидрологические характеристики подразделяют на следующие группы:

3.1 Характеристики водного режима — уровень воды, расход воды, скорость течения, уклон водной поверхности, объем воды и др.

3.2 Характеристики термического режима — температура воды, тепловой сток и др.

3.3 Характеристики ледового режима — толщина льда, сроки наступления различных ледовых явлений.

3.4 Характеристики режима наносов — мутность воды, крупность наносов, расход наносов и др.

3.5 Характеристики гидрохимического режима — минерализация (соленость) воды, солевой состав (содержание отдельных ионов солей), концентрация органических, биогенных, загрязняющих веществ и т.д.

3.6 Характеристики гидробиологического режима — величина биомассы полная, на единицу объема или площади, биопродуктивность и т.д.

## 4 Измерения линейных величин

### Штангенциркуль

Варианты, наиболее часто применяемых на производстве конструктивных исполнений штангенциркулей типа ШЦ (ГОСТ 166-89) представлены на рисунках 4.1, 4.2, 4.3.

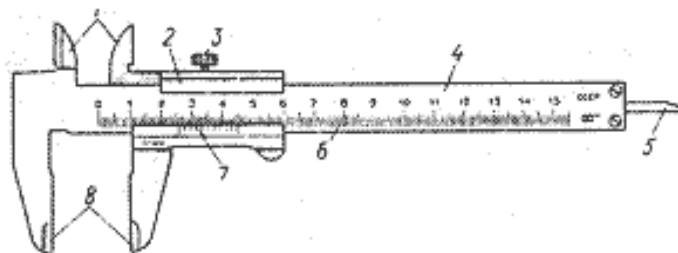


Рисунок 4.1 – Штангенциркуль ШЦ-1 с диапазоном измерения 0-125 мм и величиной отсчета 0,1 мм. 1- губки для внутренних измерений, 2 – рамка, 3 – зажим рамки, 4– штанга, 5 – линейка глубиномера, 6 – шкала штанги, 7 – нониус, 8– губки для наружных измерений

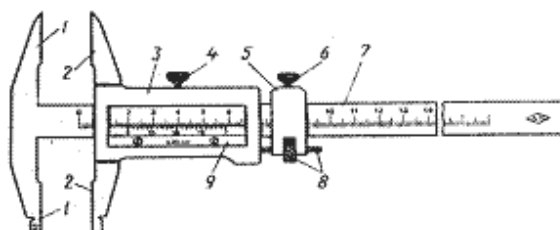


Рисунок 4.2 – Штангенциркуль ШЦ-II с диапазоном измерения 0-160 мм и величиной отсчета 0,05 мм 1 – неподвижные измерительные губки, 2 – подвижные измерительные губки, 3 – рамки, 4 – зажим рамки, 5 – рамка микрометрической подачи, 6 – зажим рамки микрометрической подачи, 7 – штанга, 8 – гайка и винт микрометрической подачи рамки, 9 – нониус

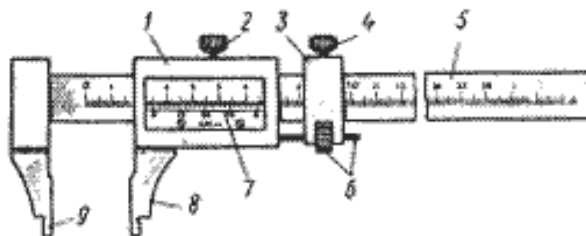


Рисунок 4.3 – Штангенциркуль ШЦ-III с диапазоном измерения 0-160 мм или 0-400 мм с величиной отсчета 0,05 мм (выполняется с микрометрической подачей или без неё) 1 – рамка, 2 – зажимы рамки, 3 – рамка микрометрической подачи, 4 – зажим рамки микрометрической подачи, 5 – штанга, 6 – гайка и винт микрометрической подачи, 7 – нониус, 8 – губка рамки, 9 – губка штанги

### Нониус

Шкала нониуса делит целое число миллиметров основной шкалы на определенное число частей на рис.4.4 представлена шкала нониуса с ценой деления 0,1 мм. Длина нониуса в этом случае равна 19 мм и разделена на 10 частей. Одно деление (длина деления) нониуса равна  $19:10 = 1,9$  мм, что на 0,1 мм меньше целого числа миллиметров.

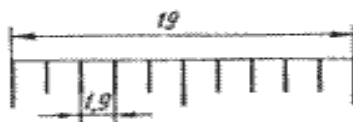


Рисунок 4.4 – Шкала нониуса с величиной отсчета 0,1 мм

На рисунке 4.5 представлена шкала нониуса с ценой деления 0,05 мм. Длина конуса 39 мм разделена на 20 частей. Длина деления составляет  $39:20 = 1,95$  мм, что на 0,05 мм меньше целого числа миллиметров.

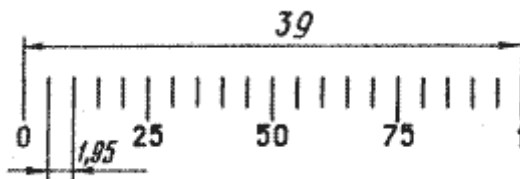


Рисунок 4.5 – Шкала нониуса с величиной отсчета 0,05 мм

### Отсчет показаний



Примеры отсчета показаний штангенинструмента с ценой деления 0,05 мм представлены на рис.4.6, крестиком указаны штрихи нониуса, совпадающие со штрихом основной шкалы.

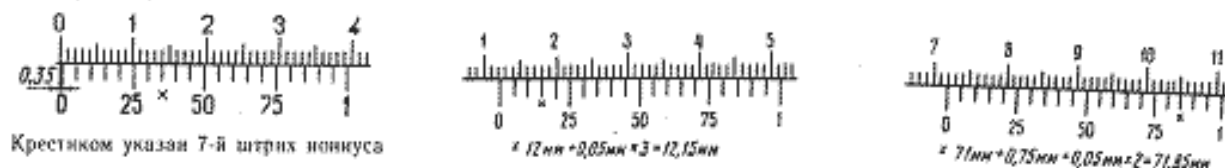


Рисунок 4.6 – Отсчет показаний по нониусу с ценой деления 0,05 мм

При внутренних измерениях к показаниям штангенциркуля по основной и нониусной шкалами прибавляется толщина губок, которая указана на них. Пример измерения диаметра отверстия представлен на рисунке 4.7.

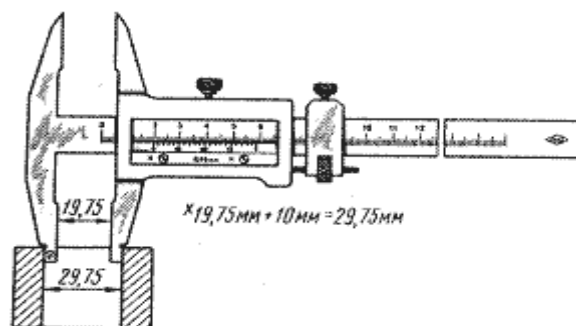


Рисунок 4.7 – Отсчет показаний при внутренних измерениях

### Микрометр

Микрометры типа МК мод 102 (ГОСТ 6507-90) предназначены для наружных измерений (рис. 4.8). Цена деления 0,01 мм. Диапазоны измерений микрометров от 0 – 25 мм (МК-25) до 500 – 600 мм (МК-600). У всех микрометров перемещение подвижной пятки с микровинтом равно 25 мм. Микрометры с нижним пределом 300, 400 и 500 мм имеют сменную пятку, что позволяет увеличить диапазон измерений до 100 мм. Микрометры, начиная с М-50, с диапазоном измерения 25 – 50 мм имеют в комплекте установочные меры (рис. 4.8 и 4.9).

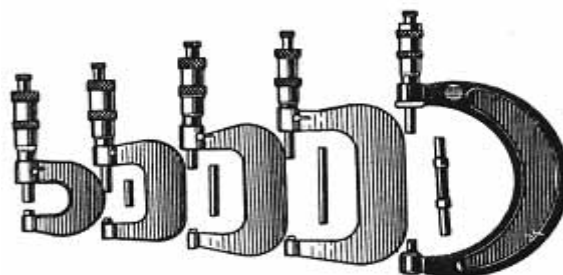


Рисунок 4.8 – Микрометры типа МК

Основные элементы микрометра показаны на рисунке 4.9. Конструктивное исполнение некоторых элементов, например 6, 7 и 9, может быть другим, при этом их функциональное назначение не изменяется.

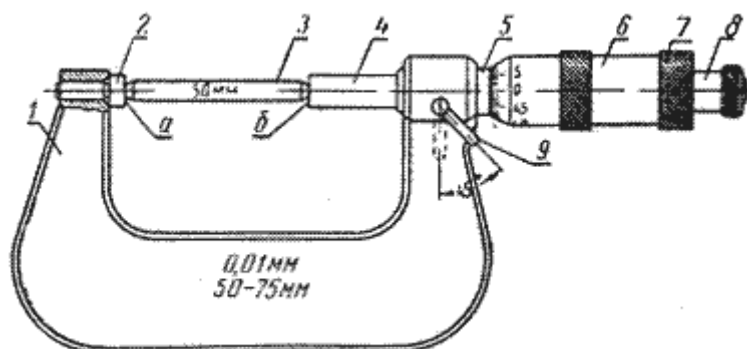


Рисунок 4.9 – Микрометр для наружных измерений:

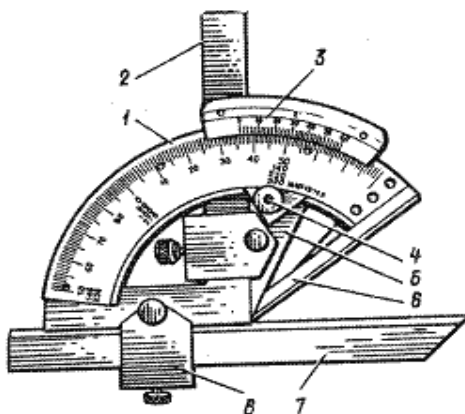
- 1 – скоба; 2 – жесткая пятка; 3 – калибр (концевая мера) для установки микрометра на нуль; 4 – подвижная пятка (микровинт); 5 – стебель;
- 6 – микрометрическая головка; 7 – установочный колпачок;
- 8 – трещоточное устройство; 9 – тормозное приспособление

Установка нулевого положения шкалы микрометра, в случае несовпадения, проводится с помощью взаимно противоположного поворота микрометрической головки 6 и установочного колпачка 7 (Рис. 4.9) и осевого перемещения головки 6 до совпадения нуля. В некоторых конструкциях стопорение микрометрической головки осуществляется винтом.

## 5 Угловые измерения

Угломер типа УН предназначен для измерения наружных и внутренних углов деталей. Цена деления равна 2 мин.

Диапазон измерения наружных углов составляет  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ , внутренних  $40^{\circ}$ - $180^{\circ}$ . Размер углов больше развернутого ( $180^{\circ}$ ) получается как разность между  $360^{\circ}$  и измеренным углом. Конструкция угломера и его основные элементы показаны на рисунке 5.1.



### Рисунок 5.1 – Конструкция угломера

1 – основание, 2 – угольник, 3 – нониус, 4 – стопор, 5 – сектор, 6 – линейка основания, 7 – съемная линейка, 8 – державка

Построение шкал основания и нониуса представлена на рисунках 5.2, 5.3. Угол между крайними штрихами нониуса равен  $29^\circ$  и разделен на 30 частей, таким образом в угловых единицах длина деления составляет  $29^\circ:30 \times 60 = 58$  мин., что на 2 мин. меньше целого числа.

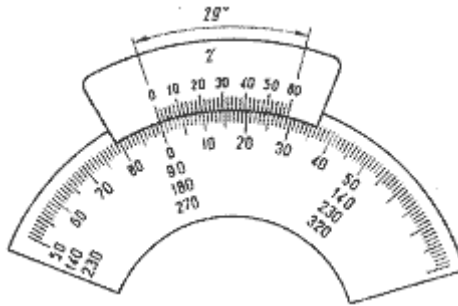


Рисунок 5.2 – Шкала основания

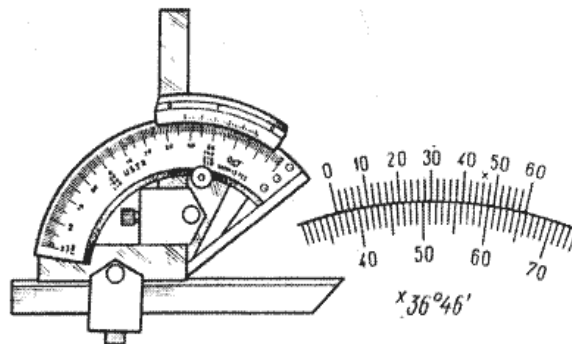


Рисунок 5.3 – Шкала нониуса

## **6 Измерения объемов**

Для измерения объемов воды применяют различные счетчики.

### **Одноструйные**

Принцип работы основан на измерении числа оборотов крыльчатки, вращающейся под действием единого потока воды в трубопроводе. Вращение крыльчатки передается на счётный механизм посредством магнитных муфт. Счётный механизм сухоходного счетчика защищен от воздействия воды, что обеспечивает долговременную стабильность измерений.

Достоинства:

- конструкция прибора обеспечивает защиту от внешнего магнитного поля (антимагнитная защита счетчика воды);
- все приборы могут быть оснащены импульсным выходом, что обеспечивает возможность дистанционного считывания показаний (модуль импульсного выхода устанавливается внутрь корпуса счетчика воды).

### **Многоструйные**

Данные счетчики отличаются от одноструйных тем, что поток воды перед попаданием на лопасть крыльчатки делится на несколько струй. Благодаря этому значительно снижается погрешность турбулентности потока.

Достоинства:

- минимальные трудозатраты демонтажа и монтажа при проведении периодических проверок (проверке подлежит только верхняя легкосъёмная часть счетчика воды);
- через дополнительные переходные втулки лицевая панель счетчика устанавливается на уровень декоративной поверхности (переходные втулки различных размеров);
- все счетчики воды могут быть оснащены импульсным выходом, что обеспечивает возможность дистанционного считывания показаний (модуль импульсного выхода устанавливается внутрь корпуса счетчика воды).

### **Вентильные**

Принцип работы аналогичен вышеописанным приборам: поток воды по специальному каналу поступает в расходомерную камеру и отводится далее в систему водоснабжения. Конструкцией прибора предусмотрена возможность установки вентиля внутри счетчика, что позволяет отключать воду. По этой функции счетчик получил название “вентильный”

Достоинства:

- при монтаже не требуется проведения сложных и дорогостоящих работ;
- индикаторную часть прибора можно повернуть на 360° (в трёх плоскостях) для удобства считывания показаний;
- все приборы могут быть оснащены импульсным выходом, что обеспечивает возможность дистанционного считывания показаний (модуль импульсного выхода устанавливается внутрь корпуса прибора).

### **Турбинные (счётчики Вольтманна)**

Механические счетчики для измерения потребления холодной или горячей воды начиная с диаметра 50 мм для систем водоснабжения различного типа, систем автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и других сферах деятельности, требующих учёта потребляемой воды. Устанавливаются на входах систем водоснабжения промышленных предприятий, многоэтажных домов и в системе водоканалов. Впервые данные счётчики были запущены в производство в 1862 году, используя принцип Вольтманна.

### **Образцы счетчиков воды:**

#### **Ультразвуковой расходомер-счетчик UFM005**

Ультразвуковой расходомер-счетчик UFM005 предназначен для коммерческого учета расхода и объема горячей и холодной воды в системах отопления и водоснабжения.



#### **Акустический счетчик жидкости АС-001**

Счетчики жидкости акустические АС-001 предназначены для измерений объема холодной и горячей воды в тепловых сетях и системах водоснабжения.



Водосчетчики холодной и горячей воды СВ-15Х и СВ-15Г с антимагнитной защитой



Счетчики воды крыльчатые СВ-15Х (однострейные, сухоходные) предназначены для измерения объема холодной питьевой воды и сетевой воды, протекающей по трубопроводу при температуре от 5°С до 40°С и рабочем давлении в водопроводной сети не более 1,0МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

### **Водосчетчики холодной и горячей воды ВК-Х и ВК-Г**



Счетчики воды крыльчатые ВК-(Ду)Х (многострейные, сухоходные) предназначены для измерения объема холодной питьевой воды и сетевой воды, протекающей по трубопроводу при температуре от 5°С до 40°С и рабочем давлении в водопроводной сети не более 1,0 МПа (10кгс/см<sup>2</sup>).  
Счетчики воды крыльчатые ВК-(Ду)Г (многострейные, сухоходные) предназначены для измерения объема горячей воды, протекающей по трубопроводу при температуре от 5°С до 90°С и рабочем давлении в водопроводной сети не более 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

### **Водосчетчики холодной и горячей воды ВТ-Х и ВТ-Г**



Счетчики воды турбинные ВТ-(Ду)Х предназначены для измерения объема холодной сетевой воды, протекающей по трубопроводу при температуре от 5°С до 40°С и рабочем давлении в водопроводной сети не более 1,0 МПа (10кгс/см<sup>2</sup>).

Счетчики воды турбинные ВТ-(Ду)Г предназначены для измерения объема горячей сетевой воды, протекающей по трубопроводу при температуре от 5°С до 90°С и рабочем давлении в водопроводной сети не более 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

Счетчики горячей воды могут применяться для учета холодной воды.

### Рекомендуемая литература:

1. Васильев А.С. Основы метрологии и технические измерения [Текст]/ А.С. Васильев - М: Машиностроение, 1988 - 239 с.
2. РОСОХА Г.Ю. Основи стандартизації, метрології та управління якістю [Текст]/ Г.Ю. РОСОХА - К.: КДТЕУ, 1988 - 98 с.
3. Саранча Г.А. Метрологія і стандартизація [Текст]: Підручник/ Г.А. Саранча - К.: "Либідь», 1991 - 192с.
4. ДБН А.1.1-1-99 Системи стандартизації та нормування в Будівництві (Основні положення) [Текст]/ К.: Мінбудархітектури України, 1993 - 11 с.
5. ДБН В.2.4-1 -99 Меліоративні системи та споруди [Текст]/ К.: Держбуд України, 2000 - 176 с.

*Навчальне видання*

**ДЕМИДЕНКО** Тетяна Павлівна

Конспект лекцій  
з дисципліни

## **Метрологія і стандартизація**

*(для студентів 4-го курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки  
6.060101 – Будівництво та 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси))*

(рос. мовою)

Відповідальний за випуск *В. І. Лусь*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 37Л

---

Підп. до друку 31.01.2014  
Друк на ризографі.  
Тираж 50 пр.

Формат 210x297  
Ум. друк. арк. 4,0  
Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4705 від 28.03.2014р.